

(19)



(11)

EP 2 053 113 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

29.04.2009 Patentblatt 2009/18

(51) Int Cl.:

C09K 19/42 (2006.01)

C09K 19/44 (2006.01)

C09K 19/12 (2006.01)

C09K 19/32 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08017403.0**

(22) Anmeldetag: **02.10.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA MK RS

(30) Priorität: **22.10.2007 DE 102007050262**

(71) Anmelder: **Merck Patent GmbH**

64293 Darmstadt (DE)

(72) Erfinder:

- **Bernatz, Georg, Dr.**
64289 Darmstadt (DE)
- **Taugerbeck, Andreas, Dr.**
64285 Darmstadt (DE)
- **Bremer, Matthias, Dr.**
64295 Darmstadt (DE)
- **Goetz, Achim**
64665 Alsbach-Hähnlein (DE)

(54) **Flüssigkristallines Medium**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft Flüssigkristall (FK)-Medien enthaltend polymerisierbare Verbindungen, insbesondere zur Verwendung in FK-Anzeigen des PS- (polymer stabilized) oder PSA- (polymer sustained

alignment) Typs, sowie PS(A)-Anzeigen enthaltend solche FK-Medien.

EP 2 053 113 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Flüssigkristall (FK)-Medien enthaltend polymerisierbare Verbindungen, insbesondere zur Verwendung in FK-Anzeigen des PS- (polymer stabilized) oder PSA- (polymer sustained alignment) Typs, sowie PS(A)-Anzeigen enthaltend solche FK-Medien.

[0002] Die derzeit verwendeten Flüssigkristallanzeigen (FK-Anzeigen) sind meist solche des TN-Typs (twisted nematic). Diese weisen allerdings den Nachteil einer starken Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes auf.

[0003] Daneben sind sogenannte VA-Anzeigen (vertical alignment) bekannt, die einen breiteren Blickwinkel aufweisen. Die FK-Zelle einer VA-Anzeige enthält eine Schicht eines FK-Mediums zwischen zwei transparenten Elektroden, wobei das FK-Medium üblicherweise einen negativen Wert der dielektrischen (DK-) Anisotropie aufweist. Die Moleküle der FK-Schicht sind im ausgeschalteten Zustand senkrecht zu den Elektrodenflächen (homöotrop) oder gekippt homöotrop (engl. "tilted") orientiert. Bei Anlegen einer elektrischen Spannung an die Elektroden findet eine Umorientierung der FK-Moleküle parallel zu den Elektrodenflächen statt.

[0004] Weiterhin sind OCB-Anzeigen (optically compensated bend) bekannt, die auf einem Doppelbrechungseffekt beruhen und eine FK-Schicht mit einer sogenannten "bend"-Orientierung und üblicherweise positiver (DK-) Anisotropie aufweisen. Bei Anlegen einer elektrischen Spannung findet eine Umorientierung der FK-Moleküle senkrecht zu den Elektrodenflächen statt. Darüber hinaus enthalten OCB-Anzeigen normalerweise einen oder mehrere doppelbrechende optische Retardationsfilme, um unerwünschte Lichtdurchlässigkeit der "bend"-Zelle im dunklen Zustand zu vermeiden. OCB-Anzeigen besitzen gegenüber TN-Anzeigen einen weiteren Blickwinkel und kürzere Schaltzeiten.

[0005] Weiterhin sind IPS-Anzeigen (In-Plane-Switching) bekannt, die eine FK-Schicht zwischen zwei Substraten enthalten, wovon nur eines eine Elektroden-schicht mit üblicherweise kammförmiger Struktur aufweist. Dadurch wird bei Anlegen einer Spannung ein elektrisches Feld erzeugt, welches eine signifikante Komponente parallel zur FK-Schicht aufweist. Dies bewirkt eine Umorientierung der FK-Moleküle in der Schichtebene. Des weiteren wurden sogenannte FFS-Anzeigen (Fringe-Field-Switching) vorgeschlagen (siehe u.a. S.H. Jung et al., Jpn. J. Appl. Phys., Band 43, No. 3, 2004, 1028), die ebenfalls zwei Elektroden auf dem gleichen Substrat beinhalten, wovon jedoch im Gegensatz zu IPS-Anzeigen nur eine als strukturierte (kammförmige) Elektrode ausgebildet ist, und die andere Elektrode unstrukturiert ist. Dadurch wird ein starkes sogenanntes "fringe field" erzeugt, also ein starkes elektrisches Feld nahe am Rand der Elektroden und in der gesamten Zelle ein elektrisches Feld, welches sowohl eine starke vertikale als auch eine starke horizontale Komponente aufweist. Sowohl IPS-Anzeigen als auch FFS-Anzeigen weisen eine geringe Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes auf.

[0006] In VA-Anzeigen des neueren Typs ist die einheitliche Ausrichtung der FK-Moleküle auf mehrere kleinere Domänen innerhalb der FK-Zelle beschränkt. Zwischen diesen Domänen, auch als Tilt-Domänen (engl. "tilt domains") bezeichnet, können Disklinationen existieren. VA-Anzeigen mit Tilt-Domänen weisen, verglichen mit herkömmlichen VA-Anzeigen, eine größere Blickwinkelunabhängigkeit des Kontrastes und der Graustufen auf. Außerdem sind solche Anzeigen einfacher herzustellen, da eine zusätzliche Behandlung der Elektrodenoberfläche zur einheitlichen Orientierung der Moleküle im eingeschalteten Zustand, wie z.B. durch Reiben, nicht mehr notwendig ist. Stattdessen wird die Vorzugsrichtung des Kipp- oder Tiltwinkels (engl. "pretilt") durch eine spezielle Ausgestaltung der Elektroden kontrolliert. In den sogenannten MVA-Anzeigen (multidomain vertical alignment) wird dies üblicherweise dadurch erreicht, dass die Elektroden Erhebungen oder Vorsprünge (engl. "protrusions") aufweisen, die einen lokalen pretilt verursachen. Als Folge werden die FK-Moleküle beim Anlegen einer Spannung in verschiedenen, definierten Regionen der Zelle in unterschiedliche Richtungen parallel zu den Elektrodenflächen orientiert. Dadurch wird ein "kontrolliertes" Schalten erreicht und das Entstehen störender Disklinationslinien vermieden. Diese Anordnung verbessert zwar den Blickwinkel der Anzeige, führt aber zu einer Verringerung ihrer Lichtdurchlässigkeit. Ein Weiterentwicklung von MVA verwendet Protrusions nur auf einer Elektroden-Seite, die gegenüberliegende Elektrode weist hingegen Schlitze (engl. "slits") auf, was die Lichtdurchlässigkeit verbessert. Die geschlitzten Elektroden erzeugen beim Anlegen einer Spannung ein inhomogenes elektrisches Feld in der FK-Zelle, so dass weiterhin ein kontrolliertes Schalten erreicht wird. Zur weiteren Verbesserung der Lichtdurchlässigkeit können die Abstände zwischen den slits und protrusions vergrößert werden, was jedoch wiederum zu einer Verlängerung der Schaltzeiten führt. Beim sogenannten PVA (Patterned VA) kommt man ganz ohne Protrusions aus, indem man beide Elektroden auf den gegenüberliegenden Seiten durch Schlitze strukturiert, was zu einem erhöhten Kontrast und verbesserter Lichtdurchlässigkeit führt, aber technologisch schwierig ist und das Display empfindlicher gegen mechanische Einflüsse macht (Klopfen, engl. "tapping", etc.). Für viele Anwendungen, wie beispielsweise Monitore und vor allem TV-Bildschirme, ist jedoch eine Verkürzung der Schaltzeiten sowie eine Verbesserung des Kontrastes und der Luminanz (Transmission) der Anzeige gefragt.

[0007] Eine Weiterentwicklung stellen die sogenannten PS-Anzeigen (polymer stabilized) dar, die auch unter dem Begriff "PSA" (polymer sustained alignment) bekannt sind. Darin wird dem FK-Medium eine geringe Menge (zum Beispiel 0.3 Gew.%, typischerweise <1 Gew.%) einer polymerisierbaren Verbindung zugesetzt, welche nach Einfüllen in die FK-Zelle bei angelegter elektrischer Spannung zwischen den Elektroden in situ polymerisiert bzw. vernetzt wird, üblicherweise durch UV-Photopolymerisation. Als besonders geeignet hat sich der Zusatz von polymerisierbaren mesogenen

oder flüssigkristallinen Verbindungen, auch als "reaktive Mesogene" (RM) bezeichnet, zur FK-Mischung erwiesen.

[0008] Mittlerweile wird das PS- bzw. PSA-Prinzip in diversen klassischen FK-Anzeigen angewendet. So sind beispielsweise PSA-VA-, PSA-OCB-, PS-IPS- und PS-TN-Anzeigen bekannt. Wie man in Testzellen nachweisen kann, führt das PSA-Verfahren zu einem Pretilt in der Zelle. Bei PSA-OCB-Anzeigen kann man daher erreichen, dass die Bend-Struktur stabilisiert wird, so dass man ohne Offset-Spannung auskommt oder diese reduzieren kann. Im Falle von PSA-VA-Anzeigen wirkt sich dieser Pretilt positiv auf die Schaltzeiten aus. Für PSA-VA-Anzeigen kann ein Standard-MVA- bzw. -PVA Pixel- und Elektroden-Layout verwendet werden. Darüber hinaus kann man aber beispielsweise mit nur einer strukturierten Elektrodenfläche und ohne Protrusionen auskommen, was die Herstellung wesentlich vereinfacht und gleichzeitig zu einem sehr guten Kontrast bei sehr guter Lichtdurchlässigkeit führt.

[0009] PSA-VA-Anzeigen sind beispielsweise in JP 10-036847 A, EP 1 170 626 A2, EP 1 378 557 A1, EP 1 498 468 A1, US 2004/0191428 A1, US 2006/0066793 A1 und US 2006/0103804 A1 beschrieben. PSA-OCB-Anzeigen sind beispielsweise in T.-J. Chen et al., Jpn. J. Appl. Phys. 45, 2006, 2702-2704 und S. H. Kim, L.-C. Chien, Jpn. J. Appl. Phys. 43, 2004, 7643-7647 beschrieben. PS-IPS-Anzeigen sind zum Beispiel in US 6,177,972 und Appl. Phys. Lett. 1999, 75(21), 3264 beschrieben. PS-TN-Anzeigen sind zum Beispiel in Optics Express 2004, 12(7), 1221 beschrieben.

[0010] Insbesondere für Monitor- und vor allem TV-Anwendungen ist nach wie vor die Optimierung der Schaltzeiten, wie aber auch des Kontrastes und der Luminanz (also auch Transmission) der FK-Anzeige gefragt. Hier scheint das PS(A)-Verfahren entscheidende Vorteile zu bringen. Insbesondere beim PSA-VA kann man ohne nennenswerte Einbußen sonstiger Parameter eine Verkürzung der Schaltzeiten erreichen, die mit einem in Testzellen messbaren Pretilt korrelieren.

[0011] Es eignet sich jedoch bei weitem nicht jedes beliebige lösliche RM zur Verwendung in PS(A)-Anzeigen, und es ist oft schwierig, geeignetere Auswahlkriterien als eben das direkte PSA-Experiment mit Pretilt-Messung zu finden. Darüber hinaus sollte das gewählte "Materialsystem" FK-Mischung (nachfolgend auch als "FK-Hostmischung" bezeichnet) + polymerisierbare Komponente eine möglichst geringe Rotationsviskosität sowie möglichst gute elektrische Eigenschaften aufweisen - hierbei ist die sog. "Voltage Holding Ratio" (HR oder VHR) hervorzuheben. Im Zusammenhang mit PSA-VA ist insbesondere eine hohe HR nach Bestrahlung mit (UV-) Licht von zentraler Bedeutung, da dies ein unverzichtbarer Teil des Prozesses ist - aber natürlich auch als "normale" Belastung im fertigen Display auftritt.

[0012] Es ergibt sich jedoch das Problem, dass bei weitem nicht alle Kombinationen FK-Mischung + polymerisierbare Komponente "funktionieren", weil sich z.B. kein oder kein ausreichender Tilt einstellt, oder weil z.B. die HR für TFT-Display-Anwendungen unzureichend ist. Insbesondere die Verwendung von niedermolekularen Verbindungen mit Alkylgruppen als Komponenten der FK-Hostmischung kann zu solchen Problemen führen. Andererseits sind aber Alkenylverbindungen generell in FK-Medien, und auch in PS(A)-Anzeigen als Komponenten der (unpolymerisierten) FK-Hostmischung, erwünscht, weil sie niedrige Rotationsviskositäten und damit schnelle Schaltzeiten ermöglichen.

[0013] Noch kleiner wird die Auswahl, wenn eine Polymerisation mittels UV-Licht ohne den Zusatz von Photoinitiatoren gewünscht ist, was für bestimmte Anwendungen von Vorteil sein kann.

[0014] Es besteht somit immer noch ein großer Bedarf nach PS(A)-Anzeigen, insbesondere vom VA- und OCB-Typ, sowie FK-Medien und polymerisierbaren Verbindungen zur Verwendung in solchen Anzeigen, welche die oben beschriebenen Nachteile nicht oder nur in geringem Maße zeigen und verbesserte Eigenschaften besitzen. Insbesondere besteht ein großer Bedarf nach PS(A)-Anzeigen bzw. -Materialien mit einem hohen spezifischen Widerstand bei gleichzeitig großem Arbeitstemperaturbereich, kurzen Schaltzeiten auch bei tiefen Temperaturen und niedriger Schwellenspannung, die eine Vielzahl von Graustufen, einen hohen Kontrast und einen weiten Blickwinkel ermöglichen, sowie hohe Werte der "voltage holding ratio" (HR) nach UV-Belastung aufweisen.

[0015] Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, PS(A)-Anzeigen bereitzustellen, welche die oben angegebenen Nachteile nicht oder nur in geringerem Maße aufweisen, die Einstellung eines Pretilt-Winkels ermöglichen und vorzugsweise gleichzeitig sehr hohe spezifische Widerstände, niedrige Schwellenspannungen und niedrige Schaltzeiten besitzen.

[0016] Überraschend wurde nun gefunden, dass diese Aufgabe gelöst werden kann, indem man erfindungsgemäße PS(A)-Anzeigen verwendet, in denen die polymerisierbare Komponente des FK-Mediums (RM) aus Verbindungen mit Methacrylatgruppen besteht, und die niedermolekulare Komponente ("FK-Hostmischung") eine oder mehrere Alkenylverbindungen enthält. Es wurde gefunden, dass sich für FK-Medien, die Alkenylverbindungen enthalten, bei Verwendung von polymerisierbaren Komponenten mit Methacrylatgruppen zum einen sehr gute Werte in der HR, insbesondere nach UV-Belastung, ergeben und zum anderen sehr gute Tilt-Werte erreicht werden können. Durch die Verwendung von Alkenylverbindungen in der FK-Hostmischung kann man außerdem geringere Rotationsviskositäten und dadurch sehr kurze Schaltzeiten der FK-Mischung erreichen. Diese Materialkombination ist deshalb besonders gut für eine Verwendung in TFT-PSA-VA-Anzeigen geeignet. Insbesondere zeigen FK-Hostmischungen mit verschiedenen Alkenylverbindungen bei Zusatz von Methacrylat-RMs sehr ähnliche, gute Tilts für eine große Bandbreite verschiedener spezifischer Alkenylverbindungen. Im Gegensatz dazu zeigen dieselben FK-Hostmischungen bei Zusatz beispielsweise von Acrylat-RMs deutlich schlechtere HR(UV)-Werte und darüber hinaus eine reduzierte, oder teilweise sogar vollständig unterdrückte Tilt-Generation.

[0017] Gegenstand der Erfindung ist ein Flüssigkristall- (FK)-Medium enthaltend eine oder mehrere polymerisierbare Verbindungen, wobei alle im FK-Medium vorhandenen polymerisierbaren Verbindungen ausschließlich Methacrylatgruppen als polymerisierbare Gruppen aufweisen, sowie eine oder mehrere mesogene oder flüssigkristalline Verbindungen mit einer oder mehreren Alkenylgruppen, welche gegenüber einer Polymerisationsreaktion unter den zur Polymerisation der Methacrylatgruppen verwendeten Bedingungen stabil sind.

[0018] Weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein FK-Medium enthaltend

- eine polymerisierbare Komponente A), enthaltend eine oder mehrere polymerisierbare Verbindungen, wobei alle im FK-Medium vorhandenen polymerisierbaren Verbindungen ausschließlich Methacrylatgruppe(n) als polymerisierbare Gruppe(n) enthalten, wie vor- und nachstehend beschrieben, sowie
- eine flüssigkristalline Komponente B) enthaltend eine oder mehrere, vorzugsweise zwei oder mehr niedermolekulare (d.h. monomere bzw. unpolymerisierte) Verbindungen, darunter mindestens eine mesogene oder flüssigkristalline Verbindung mit einer oder mehreren Alkenylgruppen, welche gegenüber einer Polymerisationsreaktion unter den zur Polymerisation der Methacrylatgruppen verwendeten Bedingungen stabil sind.

[0019] Weiterer Gegenstand der Erfindung ist die Verwendung von erfindungsgemäßen FK-Medien in FK-Anzeigen, insbesondere in PS- und PSA-Anzeigen.

[0020] Weiterer Gegenstand der Erfindung ist eine FK-Anzeige enthaltend ein erfindungsgemäßes FK-Medium, insbesondere eine PS (polymer stabilized)- oder PSA (polymer sustained alignment)-Anzeige, besonders bevorzugt eine PSA-VA-, PSA-OCB-, PS-IPS-, PS-FFS- oder PS-TN-Anzeige.

[0021] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist eine FK-Anzeige des PS- oder PSA-Typs, vorzugsweise enthaltend eine FK-Zelle bestehend aus zwei Substraten, wobei mindestens ein Substrat lichtdurchlässig ist und mindestens ein Substrat eine Elektrodenschicht aufweist, sowie einer zwischen den Substraten befindlichen Schicht eines FK-Mediums enthaltend eine polymerisierte Komponente und eine niedermolekulare Komponente, wobei die polymerisierte Komponente erhältlich ist durch Polymerisation einer oder mehrerer polymerisierbarer Verbindungen zwischen den Substraten der FK-Zelle im FK-Medium unter Anlegen einer elektrischen Spannung, dadurch gekennzeichnet, dass alle im FK-Medium vorhandenen polymerisierbaren Verbindungen ausschließlich Methacrylatgruppe(n) als polymerisierbare Gruppe(n) enthalten, und die niedermolekulare Komponente eine oder mehrere mesogene oder flüssigkristalline Verbindungen mit einer oder mehreren Alkenylgruppen enthält, welche gegenüber einer Polymerisationsreaktion unter den zur Polymerisation der Methacrylatgruppen verwendeten Bedingungen stabil sind.

[0022] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein FK-Medium enthaltend eine oder mehrere polymerisierbare Methacrylatverbindungen und eine oder mehrere Alkenylverbindungen wie vor- und nachstehend beschrieben.

[0023] Besonders bevorzugt sind FK-Medien enthaltend eine, zwei oder drei polymerisierbare Methacrylatverbindungen wie vor- und nachstehend beschrieben.

[0024] Ferner bevorzugt sind achirale polymerisierbare Methacrylatverbindungen, sowie FK-Medien enthaltend, vorzugsweise ausschließlich bestehend aus, achiralen Verbindungen.

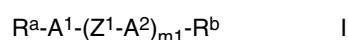
[0025] Ferner bevorzugt sind PSA-Anzeigen und FK-Medien, worin die polymerisierbare Komponente bzw. Komponente A) eine oder mehrere polymerisierbare Verbindungen mit einer Methacrylatgruppe (monoreaktiv) und eine oder mehrere polymerisierbare Verbindungen mit zwei oder mehr, vorzugsweise zwei Methacrylatgruppen (di- oder multireaktiv) enthält.

[0026] Ferner bevorzugt sind PSA-Anzeigen und FK-Medien, worin die polymerisierbare Komponente bzw. Komponente A) ausschließlich polymerisierbare Verbindungen mit zwei Methacrylatgruppen (direaktiv) enthält.

[0027] Die polymerisierbaren Verbindungen können einzeln den FK-Medien zugesetzt werden, es können aber auch Mischungen enthaltend zwei oder mehr erfindungsgemäße polymerisierbare Verbindungen verwendet werden. Bei Polymerisation solcher Mischungen entstehen Copolymere. Die vor- und nachstehend genannten polymerisierbaren Mischungen sind ein weiterer Gegenstand der Erfindung. Die polymerisierbaren Verbindungen sind mesogen oder nicht-mesogen, vorzugsweise mesogen oder flüssigkristallin.

[0028] Ferner bevorzugt sind FK-Medien, worin die niedermolekulare Komponente bzw. Komponente B) eine FK-Verbindung oder eine FK-Mischung ist, die eine nematische Flüssigkristallphase aufweist.

[0029] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die polymerisierbaren Verbindungen ausgewählt aus Formel I



worin die einzelnen Reste folgende Bedeutung haben

A¹ und A² jeweils unabhängig voneinander eine aromatische, heteroaromatische, alicyclische oder heterocyclische

sche Gruppe, vorzugsweise mit 4 bis 25 C-Atomen, welche auch anellierte Ringe enthalten kann, und welche optional durch L ein- oder mehrfach substituiert ist,

5	Z ¹	bei jedem Auftreten gleich oder verschieden -O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -OCO-, -O-CO-O-, -OCH ₂ -, -CH ₂ O-, -SCH ₂ -, -CH ₂ S-, -CF ₂ O-, -OCF ₂ -, -CF ₂ S-, -SCF ₂ -, -(CH ₂) _{n1} -, -CF ₂ CH ₂ -, -CH ₂ CF ₂ -, -(CF ₂) _{n1} -, -CH=CH-, -CF=CF-, -C≡C-, -CH=CH-COO-, -OCO-CH=CH-, CR ⁰ R ⁰⁰ oder eine Einfachbindung,
10	L, R ^a und R ^b	jeweils unabhängig voneinander H, OH, Halogen, SF ₅ , NO ₂ , eine Kohlenstoffgruppe oder Kohlenwasserstoffgruppe, wobei die Verbindungen mindestens einen Rest L, R ^a und R ^b enthalten, der eine Gruppe P-Sp- bedeutet oder enthält,
	R ⁰ und R ⁰⁰	jeweils unabhängig voneinander H oder Alkyl mit 1 bis 12 C-Atomen,
15	P	CH ₂ =C(CH ₃)-COO-,
	Sp	eine Abstandsgruppe oder eine Einfachbindung,
	m1	0, 1, 2, 3 oder 4,
20	n1	1, 2, 3 oder 4.

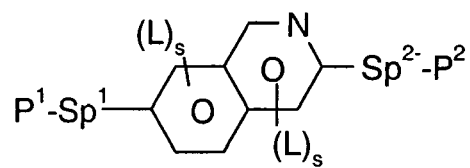
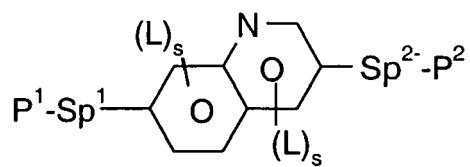
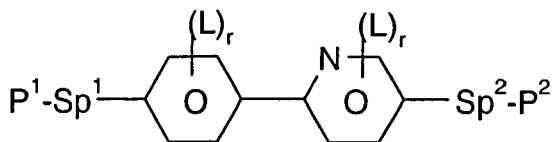
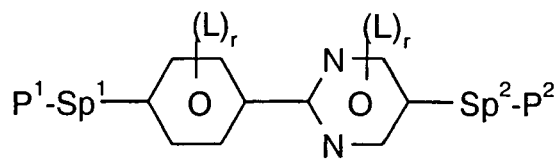
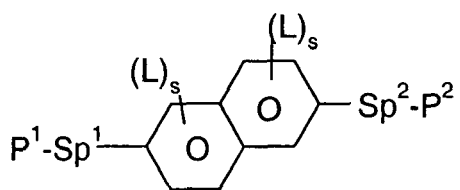
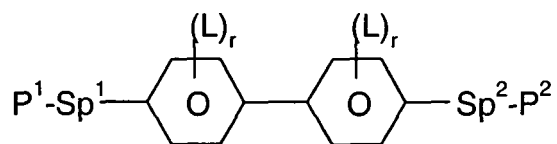
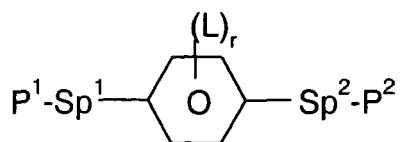
[0030] Besonders bevorzugte Verbindungen der Formel I sind solche, worin

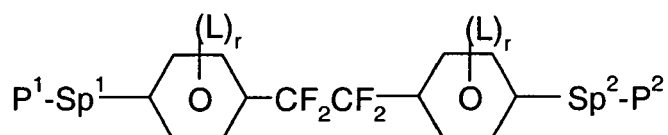
25	A ¹ und A ²	jeweils unabhängig voneinander 1,4-Phenylen, Naphthalin-1,4-diyl oder Naphthalin-2,6-diyl, wobei in diesen Gruppen auch eine oder mehrere CH-Gruppen durch N ersetzt sein können, Cyclohexan-1,4-diyl, worin auch eine oder mehrere nicht-benachbarte CH ₂ -Gruppen durch O und/oder S ersetzt sein können, 1,4-Cyclohexenyl, Bicyclo[1.1.1]pentan-1,3-diyl, Bicyclo[2.2.2]octan-1,4-diyl, Spiro[3.3]heptan-2,6-diyl, Piperidin-1,4-diyl, Decahydronaphthalin-2,6-diyl, 1,2,3,4-Tetrahydronaphthalin-2,6-diyl, Indan-2,5-diyl oder Octahydro-4,7-methano-indan-2,5-diyl, wobei alle diese Gruppen unsubstituiert oder durch L ein- oder mehrfach substituiert sein können,
30		
35	L	P-Sp-, OH, CH ₂ OH, F, Cl, Br, I, -CN, -NO ₂ , -NCO, -NCS, -OCN, -SCN, -C(=O)N(R ^x) ₂ , -C(=O)Y ¹ , -C(=O)R ^x , -N(R ^x) ₂ , optional substituiertes Silyl, optional substituiertes Aryl mit 6 bis 20 C Atomen, oder geradkettiges oder verzweigtes Alkyl, Alkoxy, Alkylcarbonyl, Alkoxycarbonyl, Alkylcarbonyloxy oder Alkoxy-carbonyloxy mit 1 bis 25 C-Atomen, worin auch ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl oder P-Sp- ersetzt sein können,
	Y ¹	Halogen,
40	R ^x	P-Sp-, H, Halogen, geradkettiges, verzweigtes oder cyclisches Alkyl mit 1 bis 25 C-Atomen, worin auch eine oder mehrere nicht benachbarte CH ₂ -Gruppen durch -O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -O-CO-, -O-CO-O- so ersetzt sein können, dass O- und/oder S-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind, und worin auch ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, oder P-Sp- ersetzt sein können, eine optional substituierte Aryl- oder Aryloxygruppe mit 6 bis 40 C-Atomen, oder eine optional substituierte Heteroaryl- oder Heteroaryloxygruppe mit 2 bis 40 C-Atomen,
45		
50	R ^a und R ^b	jeweils unabhängig voneinander P-Sp-, H, L wie oben definiert, oder geradkettiges oder verzweigtes Alkyl mit 1 bis 25 C-Atomen, worin auch eine oder mehrere nicht benachbarte CH ₂ -Gruppen jeweils unabhängig voneinander durch -C(R ^x)=C(R ^x)-, -C≡C-, -N(R ^x)-, -O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -O-CO-, -O-CO-O- so ersetzt sein können, dass O- und/oder S-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind, und worin auch ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN oder P-Sp- ersetzt sein können,

bedeuten, wobei mindestens einer der Reste R^a, R^b und L mindestens eine Gruppe P-Sp- enthält.

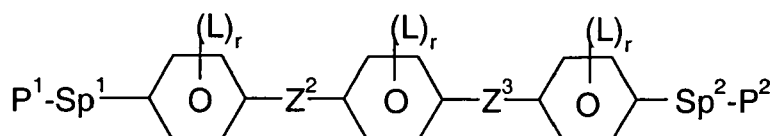
[0031] Besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formel I, worin einer oder beide Reste R^a und R^b P-Sp- bedeuten.

[0032] Besonders bevorzugte Verbindungen der Formel I sind aus folgenden Unterformeln ausgewählt

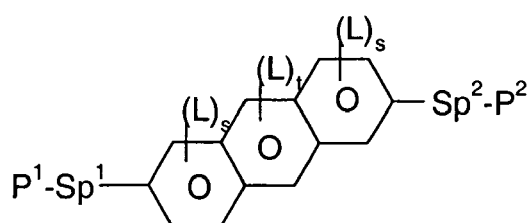




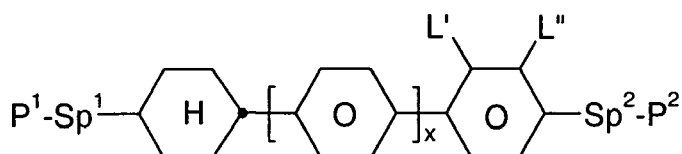
I9



I10



I11



I12

worin

P^1 und P^2 die für P angegebene Bedeutung besitzen,

Sp^1 und Sp^2 eine der für Sp angegebenen Bedeutungen besitzen oder eine Einfachbindung bedeuten,

Z^2 und Z^3 jeweils unabhängig voneinander -COO- oder -OCO bedeuten,

L die oben angegebene Bedeutung besitzt,

L' und L'' jeweils unabhängig voneinander H, F oder Cl bedeuten,

r 0, 1, 2, 3 oder 4 bedeutet,

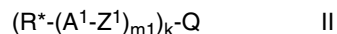
s 0, 1, 2 oder 3 bedeutet,

t 0, 1 oder 2 bedeutet,

x 0 oder 1, und

R^y und R^z jeweils unabhängig voneinander H oder CH_3 bedeuten.

[0033] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die polymerisierbaren Verbindungen chirale Verbindungen ausgewählt aus Formel II:



worin A^1 , Z^1 und $m1$ bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine der in Formel I angegebenen Bedeutungen besitzen,

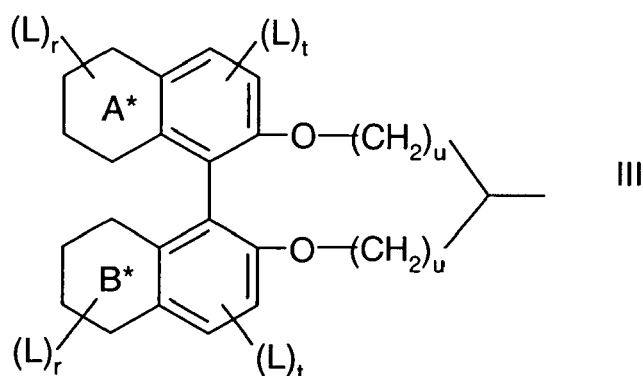
R^* bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine der für R^a in Formel I angegebenen Bedeutungen besitzt,

Q eine k -valente chirale Gruppe bedeutet, welche optional ein- oder mehrfach mit L substituiert ist,

k 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 ist,

wobei die Verbindungen mindestens einen Rest R^* oder L enthalten, der eine Gruppe P-Sp- wie oben definiert bedeutet oder enthält.

[0034] Besonders bevorzugte Verbindungen der Formeln II enthalten eine monovalente Gruppe Q der Formel III



worin L und r bei jedem Auftreten gleich oder verschieden die oben angegebene Bedeutung besitzen,

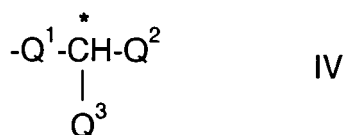
A^* und B^* jeweils unabhängig voneinander anelliertes Benzol, Cyclohexan oder Cyclohexen,

t bei jedem Auftreten gleich oder verschieden 0, 1 oder 2, und

u bei jedem Auftreten gleich oder verschieden 0, 1 oder 2

bedeutet. Besonders bevorzugt sind Gruppen der Formel III, worin x 1 oder 2 bedeutet.

[0035] Weitere bevorzugte Verbindungen der Formel II enthalten eine monovalente Gruppe Q oder eine oder mehrere Gruppen R^* der Formel IV



worin

Q^1 Alkylen oder Alkylenoxy mit 1 bis 9 C-Atomen oder eine Einfachbindung,

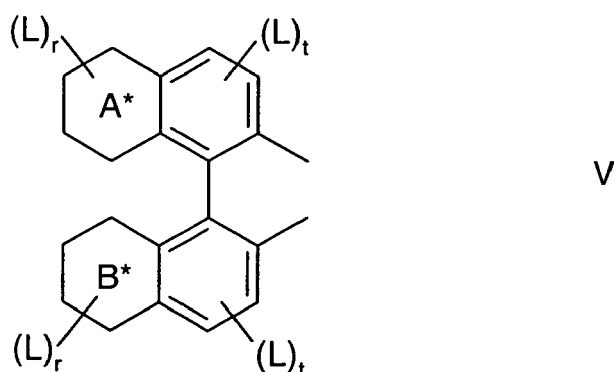
Q^2 optional fluoriertes Alkyl oder Alkoxy mit 1 bis 10 C-Atomen, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch $-\text{O}-$, $-\text{S}-$, $-\text{CH}=\text{CH}-$, $-\text{CO}-$, $-\text{OCO}-$, $-\text{COO}-$, $-\text{O}-\text{COO}-$, $-\text{S}-\text{CO}-$, $-\text{CO}-\text{S}-$ oder $-\text{C}\equiv\text{C}-$ so ersetzt sein können, dass O- und/oder S-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind,

Q³ F, Cl, CN oder Alkyl oder Alkoxy wie für Q² definiert, aber von Q² verschieden

bedeuten.

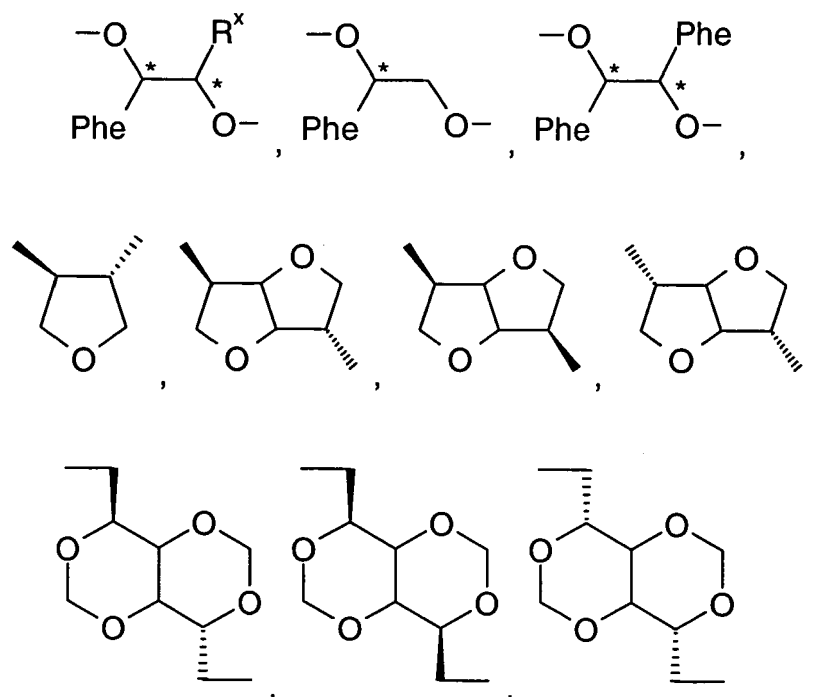
[0036] Bevorzugte Gruppen der Formel IV sind beispielsweise 2-butyl (=1-methylpropyl), 2-methylbutyl, 2-methylpentyl, 3-methylpentyl, 2-ethylhexyl, 2-propylpentyl, insbesondere 2-methylbutyl, 2-methylbutoxy, 2-methylpentoxy, 3-methylpentoxy, 2-ethylhexoxy, 1-methylhexoxy, 2-octyloxy, 2-oxa-3-methylbutyl, 3-oxa-4-methylpentyl, 4-methylhexyl, 2-hexyl, 2-octyl, 2-nonyl, 2-decyl, 2-dodecyl, 6-methoxyoctoxy, 6-methyloctoxy, 6-methyloctanoyloxy, 5-methylheptyloxy-carbonyl, 2-methylbutyryloxy, 3-methylvaleryloxy, 4-methylhexanoyloxy, 2-chloropropionyloxy, 2-chloro-3-methylbutyryloxy, 2-chloro-4-methylvaleryloxy, 2-chloro-3-methylvaleryloxy, 2-methyl-3-oxapentyl, 2-methyl-3-oxahexyl, 1-methoxypropyl-2-oxy, 1-ethoxypropyl-2-oxy, 1-propoxypropyl-2-oxy, 1-butoxypropyl-2-oxy, 2-fluorocetyloxy, 2-fluorodecyl-2-oxy, 1,1,1-trifluor-2-octyloxy, 1,1,1-trifluor-2-octyl, 2-fluormethyloctyloxy.

[0037] Weitere bevorzugte Verbindungen der Formel II enthalten eine bivalente Gruppe Q der Formel V



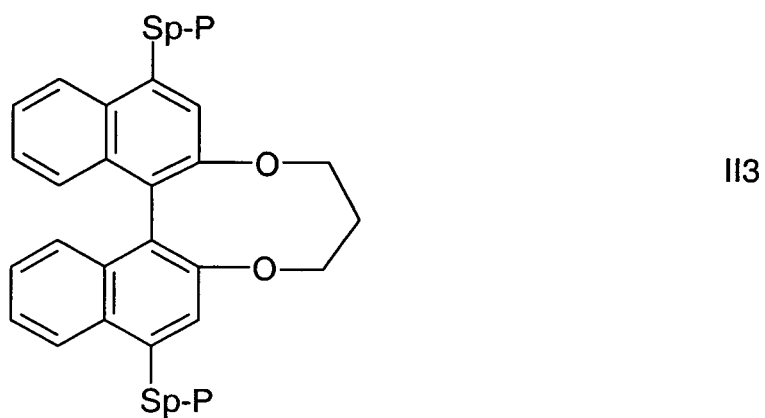
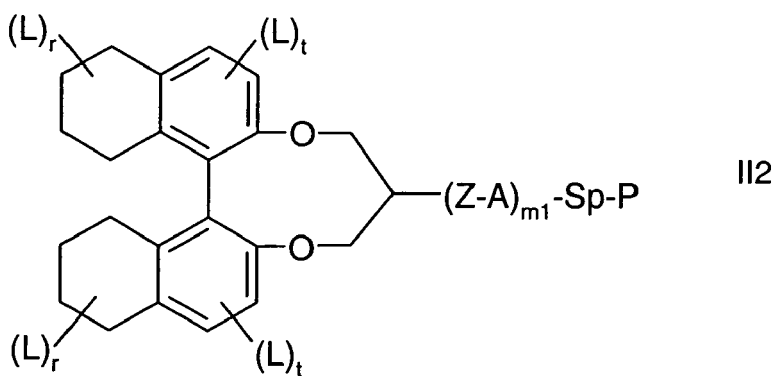
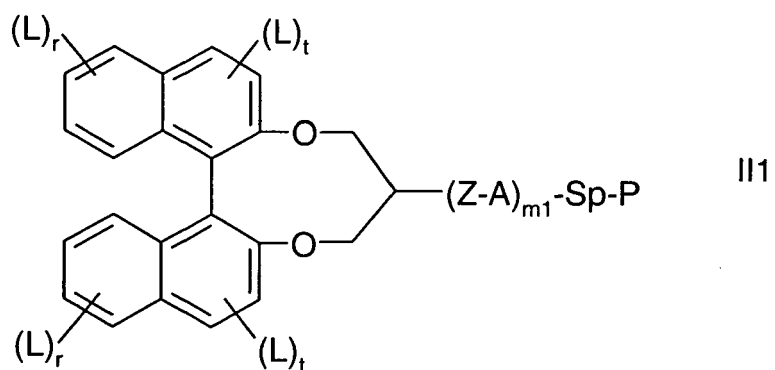
worin L, r, t, A* und B* die oben angegebene Bedeutung besitzen.

[0038] Weitere bevorzugte Verbindungen der Formel II enthalten eine bivalente Gruppe Q ausgewählt aus folgenden Formeln



worin Phe Phenyl bedeutet, welches optional durch L ein- oder mehrfach substituiert ist, und R^xF oder optional fluoriertes Alkyl mit 1 bis 4 C-Atomen bedeutet.

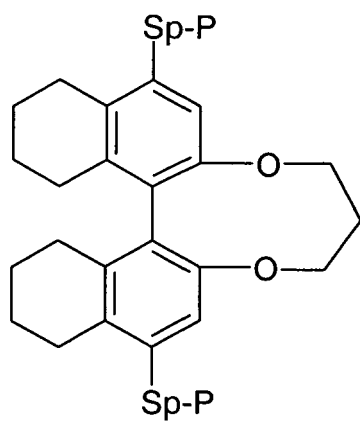
[0039] Besonders bevorzugte Verbindungen der Formel II sind aus folgenden Unterformeln ausgewählt



5

10

15

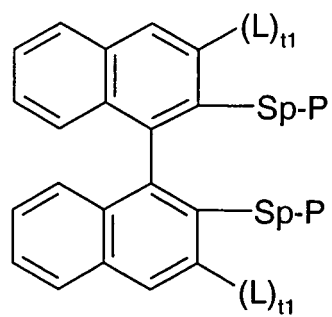


II4

20

25

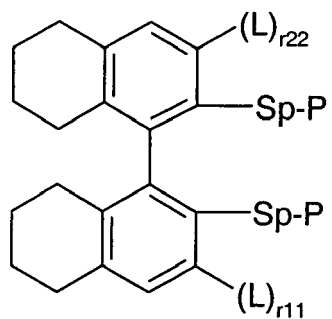
30



II5

35

40

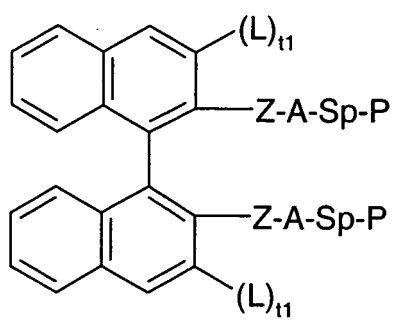


II6

45

50

55



II7

5

10

15

20

25

30

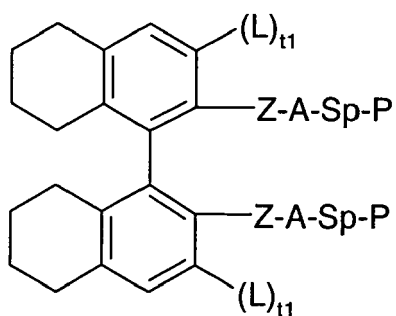
35

40

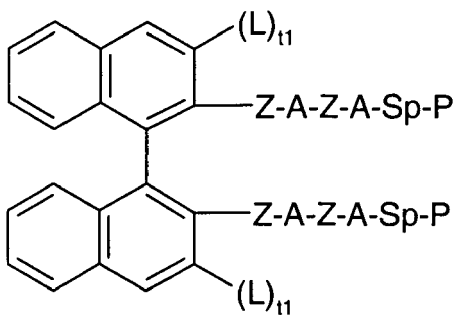
45

50

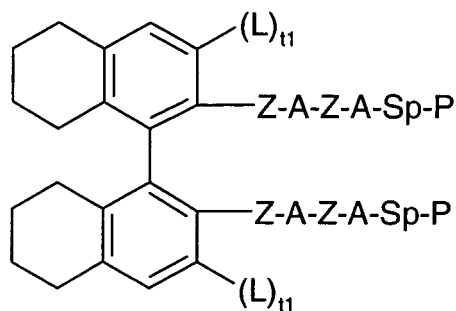
55



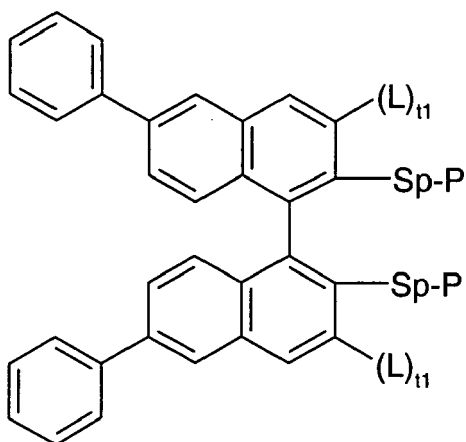
II8



II9



II10



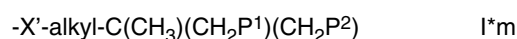
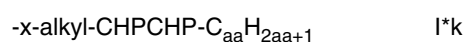
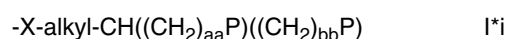
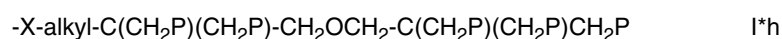
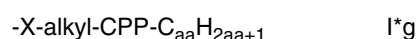
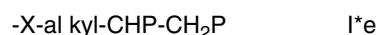
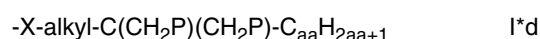
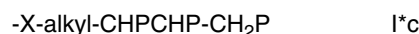
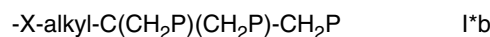
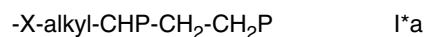
II11

worin L, P, Sp, m1, r und t die oben angegebene Bedeutung haben, Z bzw. A bei jedem Auftreten gleich oder verschieden

eine der für Z¹ bzw.

A¹ angegebenen Bedeutungen hat, und t₁ bei jedem Auftreten gleich oder verschieden 0 oder 1 bedeutet.

[0040] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthalten die Verbindungen der Formel I und deren Unterformeln einen oder mehrere verzweigte Reste R^a und/oder R^b und/oder L mit zwei oder mehr Methacrylatgruppen (multifunktionelle polymerisierbare Reste). Geeignete Reste dieses Typs, sowie diese enthaltende polymerisierbare Verbindungen sind beispielsweise in US 7,060,200 B1 oder US 2006/0172090 A1 beschrieben. Besonders bevorzugt sind multifunktionelle polymerisierbare Reste ausgewählt aus folgenden Formeln



worin

alkyl eine Einfachbindung oder geradkettiges oder verzweigtes Alkyl mit 1 bis 12 C-Atomen bedeutet, worin eine oder mehrere nicht benachbarte CH₂-Gruppen jeweils unabhängig voneinander durch -C(R^x)=C(R^x)-, -C≡C-, -N(R^x)-, -O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -O-CO-, -O-CO-O- so ersetzt sein können, dass O-und/oder S-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind, und worin auch ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl oder CN ersetzt sein können, wobei R^x die oben angegebene Bedeutung hat und vorzugsweise R⁰ wie oben definiert bedeutet,

aa und bb jeweils unabhängig voneinander 0, 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 bedeuten,

X eine der für X' angegebenen Bedeutungen besitzt, und

P CH₂=C(CH₃)-COO- bedeutet.

[0041] Vor- und nachstehend gelten folgende Bedeutungen:

[0042] Der Begriff "PSA" wird, falls nicht anders angegeben, stellvertretend für PS-Anzeigen und PSA-Anzeigen verwendet.

[0043] Der Begriff "mesogene Gruppe" ist dem Fachmann bekannt und in der Literatur beschrieben, und bedeutet eine Gruppe, die durch die Anisotropie ihrer anziehenden und abstoßenden Wechselwirkungen wesentlich dazu beiträgt, in niedermolekularen oder polymeren Substanzen eine Flüssigkristall(FK-)Phase hervorzurufen. Verbindungen enthaltend mesogene Gruppen (mesogene Verbindungen) müssen nicht unbedingt selbst eine FK-Phase aufweisen. Es ist auch möglich, dass mesogene Verbindungen FK-Phasenverhalten nur nach Vermischung mit anderen Verbindungen und/oder nach Polymerisation zeigen. Typische mesogene Gruppen sind beispielsweise starre stäbchen- oder scheibchenförmige Einheiten. Ein Überblick über die im Zusammenhang mit mesogenen bzw. FK-Verbindungen verwendeten Begriffe und Definitionen findet sich in Pure Appl. Chem. 73(5), 888 (2001) und C. Tschierske, G. Pelzl, S. Diele, Angew. Chem. 2004, 116, 6340-6368.

[0044] Der Begriff "Abstandsgruppe" (engl. "spacer" oder "spacer group"), vor- und nachstehend auch als "Sp" bezeichnet, ist dem Fachmann bekannt und in der Literatur beschrieben, siehe beispielsweise Pure Appl. Chem. 73(5), 888

(2001) und C. Tschierske, G. Pelzl, S. Diele, Angew. Chem. 2004, 116, 6340-6368. Falls nicht anders angegeben, bezeichnet der Begriff "Abstandsgruppe" bzw. "Spacer" vor- und nachstehend eine flexible Gruppe, die in einer polymerisierbaren mesogenen Verbindung ("RM") die mesogene Gruppe und die polymerisierbare(n) Gruppe(n) miteinander verbindet.

[0045] Der Begriff "organische Gruppe" bedeutet eine Kohlenstoff- oder Kohlenwasserstoffgruppe.

[0046] Der Begriff "Kohlenstoffgruppe" bedeutet eine ein- oder mehrbindige organische Gruppe enthaltend mindestens ein Kohlenstoffatom, wobei diese entweder keine weiteren Atome enthält (wie z.B. $-C\equiv C-$), oder gegebenenfalls ein oder mehrere weitere Atome wie beispielsweise N, O, S, P, Si, Se, As, Te oder Ge enthält (z.B. Carbonyl etc.). Der Begriff "Kohlenwasserstoffgruppe" bedeutet eine Kohlenstoffgruppe, die zusätzlich ein oder mehrere H-Atome und gegebenenfalls ein oder mehrere Heteroatome wie beispielsweise N, O, S, P, Si, Se, As, Te oder Ge enthält.

[0047] "Halogen" bedeutet F, Cl, Br oder I.

[0048] Eine Kohlenstoff- oder Kohlenwasserstoffgruppe kann eine gesättigte oder ungesättigte Gruppe sein. Ungesättigte Gruppen sind beispielsweise Aryl-, Alkenyl- oder Alkynylgruppen. Ein Kohlenstoff- oder Kohlenwasserstoffrest mit mehr als 3 C-Atomen kann geradkettig, verzweigt und/oder cyclisch sein, und kann auch Spiroverknüpfungen oder kondensierte Ringe aufweisen.

[0049] Die Begriffe "Alkyl", "Aryl", "Heteroaryl" etc. umfassen auch mehrbindige Gruppen, beispielsweise Alkylen, Arylen, Heteroarylen etc.

[0050] Der Begriff "Aryl" bedeutet eine aromatische Kohlenstoffgruppe oder eine davon abgeleitete Gruppe. Der Begriff "Heteroaryl" bedeutet "Aryl" gemäß vorstehender Definition, enthaltend ein oder mehrere Heteroatome.

[0051] Bevorzugte Kohlenstoff- und Kohlenwasserstoffgruppen sind gegebenenfalls substituiertes Alkyl, Alkenyl, Alkynyl, Alkoxy, Alkylcarbonyl, Alkoxycarbonyl, Alkylcarbonyloxy und Alkoxycarbonyloxy mit 1 bis 40, vorzugsweise 1 bis 25, besonders bevorzugt 1 bis 18 C-Atomen, gegebenenfalls substituiertes Aryl oder Aryloxy mit 6 bis 40, vorzugsweise 6 bis 25 C-Atomen, oder gegebenenfalls substituiertes Alkylaryl, Arylalkyl, Alkylaryloxy, Arylalkyloxy, Arylcarbonyl, Aryloxycarbonyl, Arylcarbonyloxy und Aryloxycarbonyloxy mit 6 bis 40, vorzugsweise 6 bis 25 C-Atomen.

[0052] Weitere bevorzugte Kohlenstoff- und Kohlenwasserstoffgruppen sind C_1 - C_{40} Alkyl, C_2 - C_{40} Alkenyl, C_2 - C_{40} Alkynyl, C_3 - C_{40} Allyl, C_4 - C_{40} Alkyldienyl, C_4 - C_{40} Polyenyl, C_6 - C_{40} Aryl, C_6 - C_{40} Alkylaryl, C_6 - C_{40} Arylalkyl, C_6 - C_{40} Alkylaryloxy, C_6 - C_{40} Arylalkyloxy, C_2 - C_{40} Heteroaryl, C_4 - C_{40} Cycloalkyl, C_4 - C_{40} Cycloalkenyl, etc. Besonders bevorzugt sind C_1 - C_{22} Alkyl, C_2 - C_{22} Alkenyl, C_2 - C_{22} Alkynyl, C_3 - C_{22} Allyl, C_4 - C_{22} Alkyldienyl, C_6 - C_{12} Aryl, C_6 - C_{20} Arylalkyl und C_2 - C_{20} Heteroaryl.

[0053] Weitere bevorzugte Kohlenstoff- und Kohlenwasserstoffgruppen sind geradkettige, verzweigte oder cyclische Alkylreste mit 1 bis 40, vorzugsweise 1 bis 25 C-Atomen, welche unsubstituiert oder durch F, Cl, Br, I oder CN ein- oder mehrfach substituiert sind, und worin ein oder mehrere nicht benachbarte CH_2 -Gruppen jeweils unabhängig voneinander durch $-C(R^x)=C(R^x)-$, $-C\equiv C-$, $-N(R^x)-$, $-O-$, $-S-$, $-CO-$, $-CO-O-$, $-O-CO-$, $-O-CO-O-$ so ersetzt sein können, dass O- und/oder S-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind.

[0054] R^x bedeutet vorzugsweise H, Halogen, eine geradkettige, verzweigte oder cyclische Alkylkette mit 1 bis 25 C-Atomen, in der auch ein oder mehrere nicht benachbarte C-Atome durch $-O-$, $-S-$, $-CO-$, $-CO-O-$, $-O-CO-$, $-O-CO-O-$ ersetzt sein können, wobei auch ein oder mehrere H-Atome durch Fluor ersetzt sein können, eine optional substituierte Aryl- oder Aryloxygruppe mit 6 bis 40 C-Atomen, oder eine optional substituierte Heteroaryl- oder Heteroaryloxygruppe mit 2 bis 40 C-Atomen.

[0055] Bevorzugte Alkylgruppen sind beispielsweise Methyl, Ethyl, n-Propyl, Isopropyl, n-Butyl, Isobutyl, s-Butyl, t-Butyl, 2-Methylbutyl, n-Pentyl, s-Pentyl, Cyclopentyl, n-Hexyl, Cyclohexyl, 2-Ethylhexyl, n-Heptyl, Cycloheptyl, n-Octyl, Cyclooctyl, n-Nonyl, n-Decyl, n-Undecyl, n-Dodecyl, Dodecanyl, Trifluoromethyl, Perfluoro-n-butyl, 2,2,2-Trifluoroethyl, Perfluorooctyl, Perfluorohexyl etc.

[0056] Bevorzugte Alkenylgruppen sind beispielsweise Ethenyl, Propenyl, Butenyl, Pentenyl, Cyclopentenyl, Hexenyl, Cyclohexenyl, Heptenyl, Cycloheptenyl, Octenyl, Cyclooctenyl etc.

[0057] Bevorzugte Alkynylgruppen sind beispielsweise Ethinyl, Propinyl, Butinyl, Pentinyl, Hexinyl, Octinyl etc.

[0058] Bevorzugte Alkoxygruppen sind beispielsweise Methoxy, Ethoxy, 2-Methoxyethoxy, n-Propoxy, i-Propoxy, n-Butoxy, i-Butoxy, s-Butoxy, t-Butoxy, 2-Methylbutoxy, n-Pentoxy, n-Hexoxy, n-Heptoxy, n-Octoxy, n-Nonoxy, n-Decoxy, n-Undecyloxy, n-Dodecyloxy, etc.

[0059] Bevorzugte Aminogruppen sind beispielsweise Dimethylamino, Methylamino, Methylphenylamino, Phenylamino, etc.

[0060] Aryl- und Heteroarylgruppen können einkernig oder mehrkernig sein, d.h. sie können einen Ring (wie z.B. Phenyl) oder zwei oder mehr Ringe aufweisen, welche auch anelliert (wie z.B. Naphthyl) oder kovalent verknüpft sein können (wie z.B. Biphenyl), oder eine Kombination von anellierten und verknüpften Ringen beinhalten. Heteroarylgruppen enthalten ein oder mehrere Heteroatome, vorzugsweise ausgewählt aus O, N, S und Se.

[0061] Besonders bevorzugt sind ein-, zwei- oder dreikernige Arylgruppen mit 6 bis 25 C-Atomen sowie ein-, zwei- oder dreikernige Heteroarylgruppen mit 2 bis 25 C-Atomen, welche optional anellierte Ringe enthalten und optional substituiert sind. Ferner bevorzugt sind 5-, 6- oder 7-gliedrige Aryl- und Heteroarylgruppen, worin auch eine oder mehrere

CH-Gruppen durch N, S oder O so ersetzt sein können, dass O-Atome und/oder S-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind.

[0062] Bevorzugte Arylgruppen sind beispielsweise Phenyl, Biphenyl, Terphenyl, [1,1':3',1'']Terphenyl-2'-yl, Naphthyl, Anthracen, Binaphthyl, Phenanthren, Pyren, Dihydropyren, Chrysen, Perylen, Tetracen, Pentacen, Benzpyren, Fluoren, Inden, Indenofluoren, Spirobifluoren, etc.

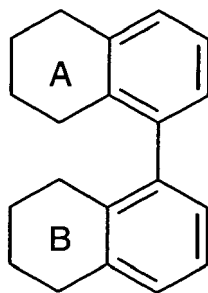
[0063] Bevorzugte Heteroarylgruppen sind beispielsweise 5-gliedrige Ringe wie Pyrrol, Pyrazol, Imidazol, 1,2,3-Triazol, 1,2,4-Triazol, Tetrazol, Furan, Thiophen, Selenophen, Oxazol, Isoxazol, 1,2-Thiazol, 1,3-Thiazol, 1,2,3-Oxadiazol, 1,2,4-Oxadiazol, 1,2,5-Oxadiazol, 1,3,4-Oxadiazol, 1,2,3-Thiadiazol, 1,2,4-Thiadiazol, 1,2,5-Thiadiazol, 1,3,4-Thiadiazol, 6-gliedrige Ringe wie Pyridin, Pyridazin, Pyrimidin, Pyrazin, 1,3,5-Triazin, 1,2,4-Triazin, 1,2,3-Triazin, 1,2,4,5-Tetrazin, 1,2,3,4-Tetrazin, 1,2,3,5-Tetrazin, oder kondensierte Gruppen wie Indol, Isoindol, Indolizin, Indazol, Benzimidazol, Benzotriazol, Purin, Naphthimidazol, Phenanthrimidazol, Pyridimidazol, Pyrazinimidazol, Chinoxalinimidazol, Benzoxazol, Naphthoxazol, Anthroxazol, Phenanthroxazol, Isoxazol, Benzothiazol, Benzofuran, Isobenzofuran, Dibenzofuran, Chinolin, Isochinolin, Pteridin, Benzo-5,6-chinolin, Benzo-6,7-chinolin, Benzo-7,8-chinolin, Benzoisochinolin, Acridin, Phenothiazin, Phenoxazin, Benzopyridazin, Benzopyrimidin, Chinoxalin, Phenazin, Naphthyridin, Azacarbazol, Benzo-carbopin, Phenanthridin, Phenanthrolin, Thieno[2,3b]thiophen, Thieno[3,2b]thiophen, Dithienothiophen, Isobenzothiophen, Dibenzothiophen, Benzothiadiazothiophen, oder Kombinationen dieser Gruppen. Die Heteroarylgruppen können auch mit Alkyl, Alkoxy, Thioalkyl, Fluor, Fluoralkyl oder weiteren Aryl- oder Heteroarylgruppen substituiert sein.

[0064] Die (nicht-aromatischen) alicyclischen und heterocyclischen Gruppen umfassen sowohl gesättigte Ringe, d.h. solche die ausschließlich Einfachbindungen enthalten, als auch teilweise ungesättigte Ringe, d.h. solche die auch Mehrfachbindungen enthalten können. Heterocyclische Ringe enthalten ein oder mehrere Heteroatome, vorzugsweise ausgewählt aus Si, O, N, S und Se.

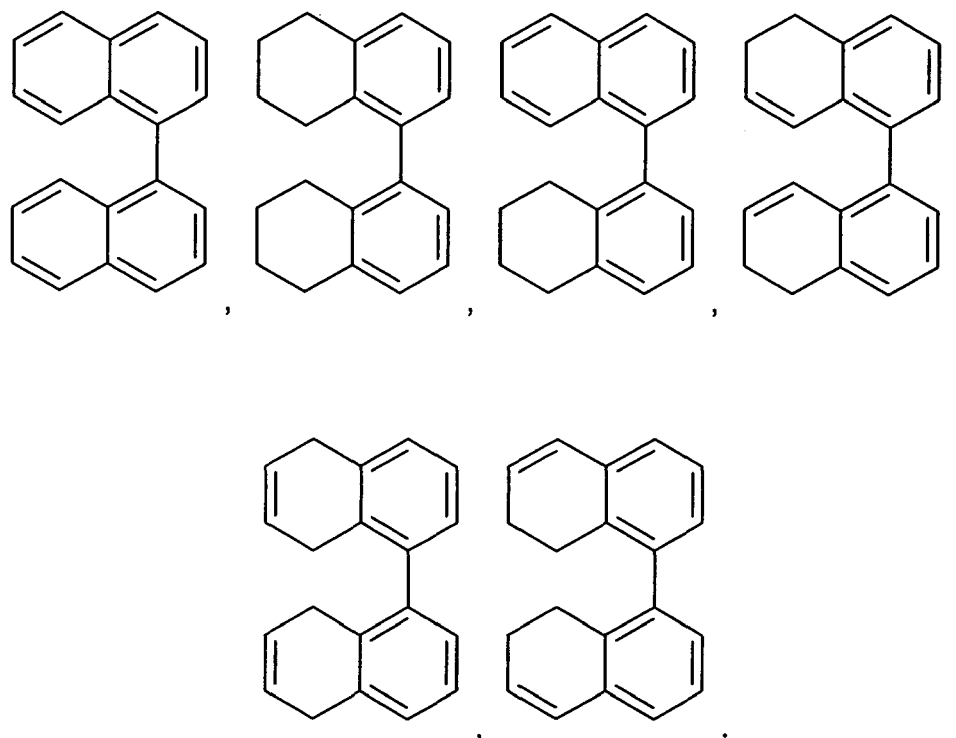
[0065] Die (nicht-aromatischen) alicyclischen und heterocyclischen Gruppen können einkernig sein, d.h. nur einen Ring enthalten (wie z.B. Cyclohexan), oder mehrkernig sein, d.h. mehrere Ringe enthalten (wie z.B. Decahydronaphthalin oder Bicyclooctan). Besonders bevorzugt sind gesättigte Gruppen. Ferner bevorzugt sind ein-, zwei- oder dreikernige Gruppen mit 3 bis 25 C-Atomen, welche optional anellierte Ringe enthalten und optional substituiert sind. Ferner bevorzugt sind 5-, 6-, 7- oder 8-gliedrige carbocyclische Gruppen worin auch ein oder mehrere C-Atome durch Si ersetzt sein können und/oder eine oder mehrere CH-Gruppen durch N ersetzt sein können und/oder eine oder mehrere nicht-benachbarte CH₂-Gruppen durch -O- und/oder -S- ersetzt sein können.

[0066] Bevorzugte alicyclische und heterocyclische Gruppen sind beispielsweise 5-gliedrige Gruppen wie Cyclopentan, Tetrahydrofuran, Tetrahydrothiofuran, Pyrrolidin, 6-gliedrige Gruppen wie Cyclohexan, Silinan, Cyclohexen, Tetrahydropyran, Tetrahydrothiopyran, 1,3-Dioxan, 1,3-Dithian, Piperidin, 7-gliedrige Gruppen wie Cycloheptan, und anellierte Gruppen wie Tetrahydronaphthalin, Decahydronaphthalin, Indan, Bicyclo[1.1.1]pentan-1,3-diyl, Bicyclo[2.2.2]octan-1,4-diyl, Spiro[3.3]heptan-2,6-diyl, Octahydro-4,7-methano-indan-2,5-diyl.

[0067] Das Biarylgrundgerüst der Formel



ist vorzugsweise ausgewählt aus folgenden Formeln



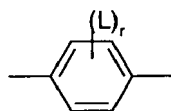
[0068] Die Aryl-, Heteroaryl-, Kohlenstoff- und Kohlenwasserstoffreste weisen gegebenenfalls einen oder mehrere Substituenten auf, welche vorzugsweise ausgewählt sind aus der Gruppe enthaltend Silyl, Sulfo, Sulfonyl, Formyl, Amin, Imin, Nitril, Mercapto, Nitro, Halogen, C₁₋₁₂ Alkyl, C₆₋₁₂ Aryl, C₁₋₁₂ Alkoxy, Hydroxy, oder Kombinationen dieser Gruppen.

[0069] Bevorzugte Substituenten sind beispielsweise löslichkeitsfördernde Gruppen wie Alkyl oder Alkoxy, elektronenziehende Gruppen wie Fluor, Nitro oder Nitril, oder Substituenten zur Erhöhung der Glasübergangstemperatur (T_g) im Polymer, insbesondere voluminöse Gruppen wie z.B. t-Butyl oder gegebenenfalls substituierte Arylgruppen.

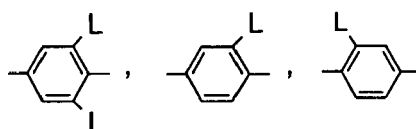
[0070] Bevorzugte Substituenten, im Folgenden auch als "L" bezeichnet, sind beispielsweise F, Cl, Br, I, -CN, -NO₂, -NCO, -NCS, -OCN, -SCN, -C(=O)N(R^x)₂, -C(=O)Y¹, -C(=O)R^x, -N(R^x)₂, worin R^x die oben angegebene Bedeutung hat und Y¹ Halogen bedeutet, optional substituiertes Silyl oder Aryl mit 6 bis 40, vorzugsweise 6 bis 20 C Atomen, und geradkettiges oder verzweigtes Alkyl, Alkoxy, Alkylcarbonyl, Alkoxy carbonyl, Alkylcarbonyloxy oder Alkoxy carbonyloxy mit 1 bis 25 C-Atomen, worin ein oder mehrere H-Atome gegebenenfalls durch F oder Cl ersetzt sein können.

[0071] "Substituiertes Silyl oder Aryl" bedeutet vorzugsweise durch Halogen, -CN, R⁰, -OR⁰, -CO-R⁰, -CO-O-R⁰, -O-CO-R⁰ oder -O-CO-O-R⁰ substituiert, worin R⁰ die oben angegebene Bedeutung hat.

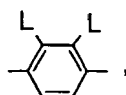
[0072] Besonders bevorzugte Substituenten L sind beispielsweise F, Cl, CN, NO₂, CH₃, C₂H₅, OCH₃, OC₂H₅, COCH₃, COC₂H₅, COOCH₃, COOC₂H₅, CF₃, OCF₃, OCHF₂, OC₂F₅, ferner Phenyl.



ist vorzugsweise



oder



worin L eine der oben angegebenen Bedeutungen hat.

[0073] Bevorzugte Abstandsgruppen Sp sind ausgewählt aus der Formel Sp'-X', so dass der Rest "P-Sp-" der Formel "P-Sp'-X'" entspricht, wobei

Sp' Alkylen mit 1 bis 20, vorzugsweise 1 bis 12 C-Atomen bedeutet, welches optional durch F, Cl, Br, I oder CN ein- oder mehrfach substituiert ist, und worin auch eine oder mehrere nicht benachbarte CH₂-Gruppen jeweils unabhängig voneinander so durch -O-, -S-, -NH-, -NR⁰-, -SiR⁰R⁰⁰-, -CO-, -COO-, -OCO-, -OCO-O-, -S-CO-, -CO-S-, -NR⁰-CO-O-, -O-CO-NR⁰-, -NR⁰-CO-NR⁰-, -CH=CH- oder -C≡C- ersetzt sein können, dass O- und/oder S-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind,

X' -O-, -S-, -CO-, -COO-, -OCO-, -O-COO-, -CO-NR⁰-, -NR⁰-CO-, -NR⁰-CO-NR⁰-, -OCH₂-, -CH₂O-, -SCH₂-, -CH₂S-, -CF₂O-, -OCF₂-, -CF₂S-, -SCF₂-, -CF₂CH₂-, -CH₂CF₂-, -CF₂CF₂-, -CH=N-, -N=CH-, -N=N-, -CH=CR⁰-, -CY²=CY³-, -C≡C-, -CH=CH-COO-, -OCO-CH=CH- oder eine Einfachbindung bedeutet,

R⁰ und R⁰⁰ jeweils unabhängig voneinander H oder Alkyl mit 1 bis 12 C-Atomen bedeuten, und

Y² und Y³ jeweils unabhängig voneinander H, F, Cl oder CN bedeuten.

X' ist vorzugsweise -O-, -S-CO-, -COO-, -OCO-, -O-COO-, -CO-NR⁰-, -NR⁰-CO-, -NR⁰-CO-NR⁰- oder eine Einfachbindung.

[0074] Typische Abstandsgruppen Sp' sind beispielsweise -(CH₂)_{p1}-, -(CH₂CH₂O)_{q1}-CH₂CH₂-, -CH₂CH₂-S-CH₂CH₂-, -CH₂CH₂-NH-CH₂CH₂- oder -(SiR⁰R⁰⁰-O)_{p1}-, worin p1 eine ganze Zahl von 1 bis 12 ist, q1 eine ganze Zahl von 1 bis 3 ist, und R⁰ und R⁰⁰ die oben angegebenen Bedeutungen besitzen.

[0075] Besonders bevorzugte Gruppen -X'-Sp'- sind -(CH₂)_{p1}-, -O-(CH₂)_{p1}-, -OCO-(CH₂)_{p1}-, -OCOO-(CH₂)_{p1}-.

[0076] Besonders bevorzugte Gruppen Sp' sind beispielsweise jeweils geradkettiges Ethylen, Propylen, Butylen, Pentylen, Hexylen, Heptylen, Octylen, Nonylen, Decylen, Undecylen, Dodecylen, Octadecylen, Ethylenoxyethylen, Methylenoxybutylen, Ethylenthioethylen, Ethylen-N-methyl-iminoethylen, 1-Methylalkylen, Ethenylen, Propenylen und Butenylen.

[0077] Ferner bevorzugt sind polymerisierbare Verbindungen, worin Sp eine Einfachbindung bedeutet.

[0078] Die Herstellung der polymerisierbaren Verbindungen erfolgt in Analogie zu dem Fachmann bekannten und in Standardwerken der organischen Chemie beschriebenen Verfahren, wie beispielsweise in Houben-Weyl, Methoden der organischen Chemie, Thieme-Verlag, Stuttgart. Die Synthese von polymerisierbaren Acrylaten und Methacrylaten der Formel I kann in Analogie zu den in US 5,723,066 beschriebenen Methoden durchgeführt werden. Weitere, besonders bevorzugte Methoden finden sich in den Beispielen.

[0079] Im einfachsten Fall erfolgt die Synthese durch Veresterung oder Veretherung von kommerziell erhältlichen Diolen der allgemeinen Formel HO-A¹-(Z¹-A²)_{m1}-OH, worin A¹, A², Z¹ und m1 die oben angegebenen Bedeutungen besitzen, wie z.B. 2,6-Dihydroxynaphthalin (Naphthalin-2,6-diol), oder 1-(4-Hydroxyphenyl)-phenyl-4-ol, mit entsprechenden Säuren, Säurederivaten, oder halogenierten Verbindungen enthaltend eine Gruppe P, wie z.B. Methacrylsäurechlorid oder Methacrylsäure in Gegenwart von einem wasserentziehenden Reagenz wie z.B. DCC (Dicyclohexylcar-

bodiimid).

[0080] Die polymerisierbaren Verbindungen werden im FK-Medium zwischen den Substraten der FK-Anzeige unter Anlegen einer Spannung durch in-situ-Polymerisation polymerisiert bzw. vernetzt (falls eine Verbindung zwei oder mehr polymerisierbare Gruppen enthält). Geeignete und bevorzugte Polymerisationsmethoden sind beispielsweise die thermische oder Photopolymerisation, vorzugsweise Photopolymerisation, insbesondere UV- Photopolymerisation. Dabei können ggf. auch ein oder mehrere Initiatoren zugesetzt werden. Geeignete Bedingungen für die Polymerisation, sowie geeignete Arten und Mengen der Initiatoren, sind dem Fachmann bekannt und in der Literatur beschrieben. Für die radikalische Polymerisation eignen sich z.B. die kommerziell erhältlichen Photoinitiatoren Irgacure651®, Irgacure184®, Irgacure907®, Irgacure369®, oder Darocure 1173® (Ciba AG). Falls ein Initiator eingesetzt wird, beträgt dessen Anteil im Gesamtgemisch vorzugsweise 0,001 bis 5 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,001 bis 1 Gew.-%. Die Polymerisation kann aber auch ohne Zusatz eines Initiators erfolgen. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform enthält das FK-Medium keinen Polymerisationsinitiator.

[0081] Die polymerisierbare Komponente A) oder das FK-Medium können auch einen oder mehrere Stabilisatoren enthalten, um eine unerwünschte spontane Polymerisation der RMs, beispielsweise während der Lagerung oder des Transports, zu verhindern. Geeignete Arten und Mengen der Stabilisatoren sind dem Fachmann bekannt und in der Literatur beschrieben. Besonders geeignet sind z.B. die kommerziell erhältlichen Stabilisatoren der Serie Irganox® (Ciba AG). Falls Stabilisatoren eingesetzt werden, beträgt deren Anteil, bezogen auf die Gesamtmenge an RMs bzw. polymerisierbarer Komponente A), vorzugsweise 10 - 5000 ppm, besonders bevorzugt 50 - 500 ppm.

[0082] Die erfindungsgemäßen polymerisierbaren Verbindungen eignen sich auch für die Polymerisation ohne Initiator, was erhebliche Vorteile mit sich bringt, wie beispielsweise geringere Materialkosten und insbesondere eine geringere Verunreinigung des FK-Mediums durch mögliche Restmengen des Initiators oder dessen Abbauprodukte.

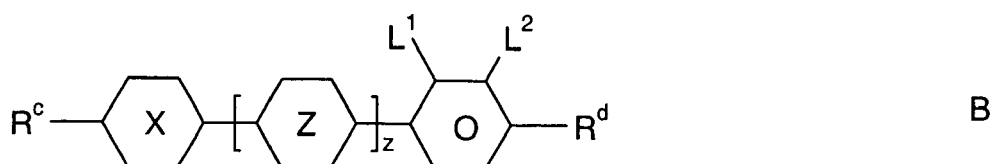
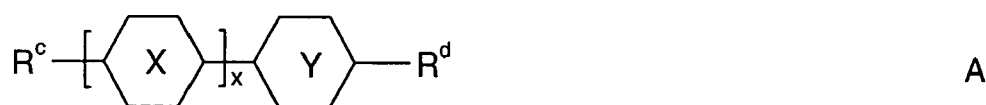
[0083] Die erfindungsgemäßen FK-Medien enthalten vorzugsweise < 5%, besonders bevorzugt < 1 %, ganz besonders bevorzugt < 0.5 % an polymerisierbaren Verbindungen, insbesondere polymerisierbaren Verbindungen der oben genannten Formeln.

[0084] Die erfindungsgemäßen FK-Medien enthalten neben den oben beschriebenen polymerisierbaren Verbindungen eine niedermolekulare Komponente. Die niedermolekulare Komponente ist vorzugsweise eine FK-Mischung ("FK-Hostmischung") enthaltend eine oder mehr, vorzugsweise zwei oder mehr niedermolekulare (d.h. monomere bzw. unpolymertierte) Verbindungen, wobei mindestens eine dieser Verbindungen eine mesogene oder flüssigkristalline Verbindung enthaltend eine oder mehrere Alkenylgruppen ist ("Alkenylverbindung"), wobei diese Alkenylgruppen gegenüber einer Polymerisationsreaktion unter den zur Polymerisation der Methacrylatgruppen verwendeten Bedingungen stabil sind.

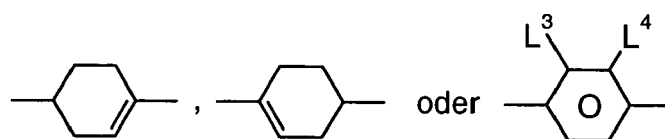
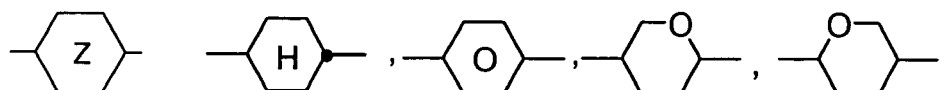
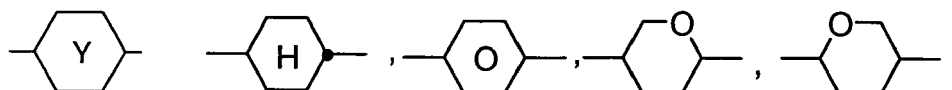
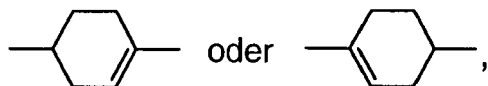
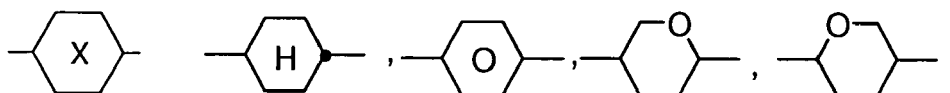
[0085] Die Alkenylgruppen sind vorzugsweise geradkettiges, verzweigtes oder cyclisches Alkenyl, insbesondere mit 2 bis 25 C-Atomen, besonderes bevorzugt mit 2 bis 12 C-Atomen, worin auch eine oder mehrere nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch -O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -O-CO-, -O-CO-O-so ersetzt sein können, dass O- und/oder S-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind, und worin auch ein oder mehrere H-Atome durch F und/oder Cl ersetzt sein können.

[0086] Bevorzugte Alkenylgruppen sind geradkettiges Alkenyl mit 2 bis 7 C-Atomen und Cyclohexenyl, insbesondere Ethenyl, Propenyl, Butenyl, Pentenyl, Hexenyl, Heptenyl, 1,4-Cyclohexen-1-yl und 1,4-Cyclohexen-3-yl.

[0087] In FK-Medien zur Verwendung in PSA-VA-Anzeigen enthält die niedermolekulare Komponente vorzugsweise eine oder mehrere Alkenylverbindungen der Formel A und/oder B:



worin die einzelnen Reste, bei jedem Auftreten gleich oder verschieden, jeweils unabhängig voneinander folgende Bedeutung besitzen:



35 R^c Alkenyl mit 2 bis 9 C-Atomen, oder, falls mindestens einer der Ringe X, Y und Z Cyclohexenyl bedeutet, auch eine der Bedeutungen von R^d ,

40 R^d Alkyl mit 1 bis 12 C-Atomen, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch -O-, -CH=CH-, -CO-, -OCO- oder -COO- so ersetzt sein können, dass O-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind,

L^{1-4} jeweils unabhängig voneinander H, F, Cl, OCF_3 , CF_3 , CH_3 , CH_2F oder CHF_2H , vorzugsweise H, F oder Cl,

45 x 1 oder 2,

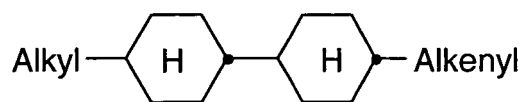
z 0 oder 1.

50 **[0088]** R^d ist vorzugsweise geradkettiges Alkyl oder Alkoxy mit 1 bis 8 C-Atomen oder geradkettiges Alkenyl mit 2 bis 7 C-Atomen.

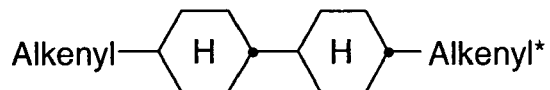
[0089] Das FK-Medium enthält vorzugsweise keine Verbindungen mit einer endständigen Vinyloxygruppe (-O-CH=CH₂), insbesondere keine Verbindungen der Formel A oder B, worin R^d eine endständige Vinyloxygruppe (-O-CH=CH₂) bedeutet oder enthält.

55 **[0090]** Vorzugsweise bedeuten L^1 und L^2 F, oder einer von L^1 und L^2 F und der andere Cl, sowie L^3 und L^4 F, oder einer von L^3 und L^4 F und der andere Cl.

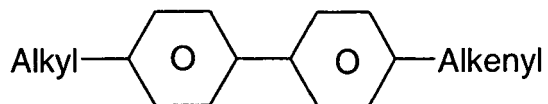
[0091] Die Verbindungen der Formel A sind vorzugsweise ausgewählt aus den folgenden Unterformeln:



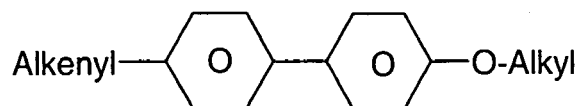
A1



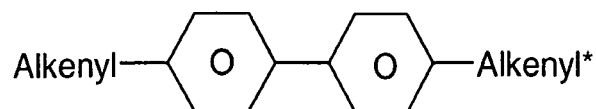
A2



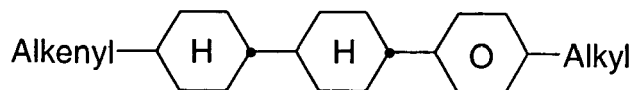
A3



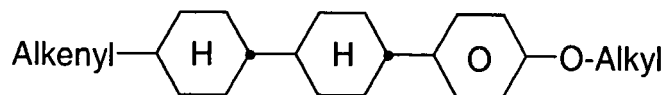
A4



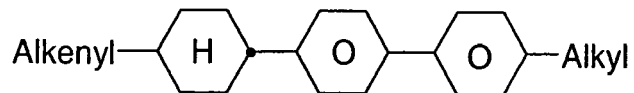
A5



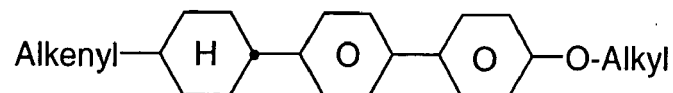
A6



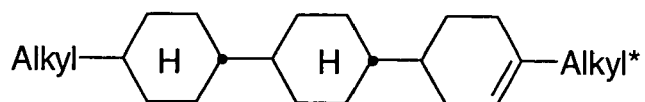
A7



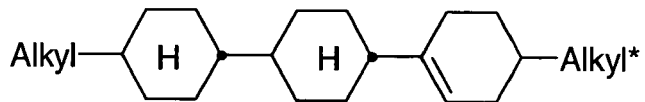
A8



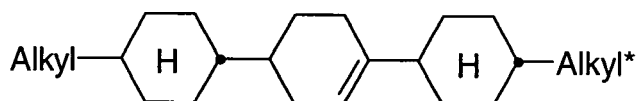
A9



A10

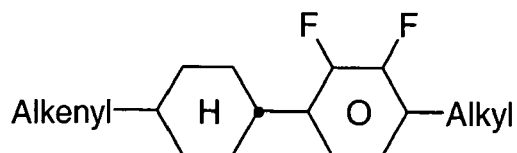


A11

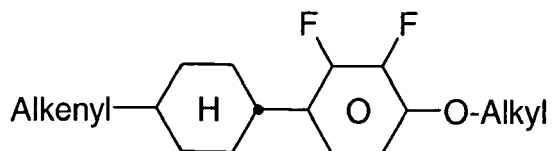


A12

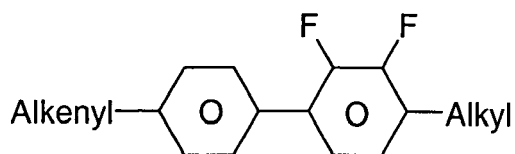
[0092] Die Verbindungen der Formel B sind vorzugsweise ausgewählt aus den folgenden Unterformeln:



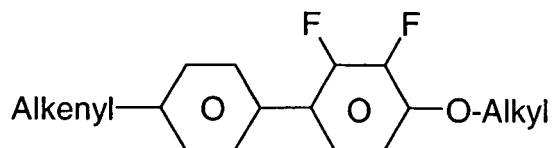
B1



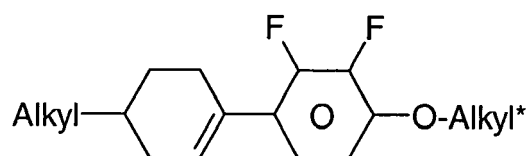
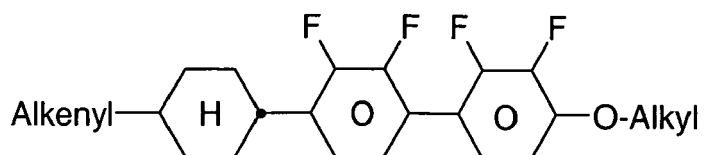
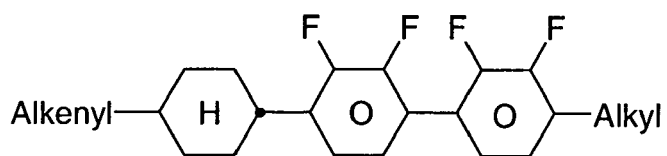
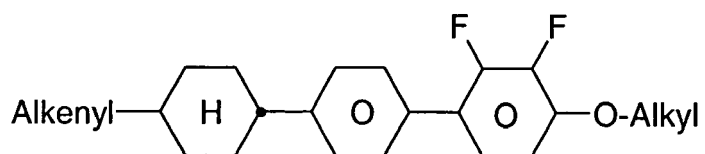
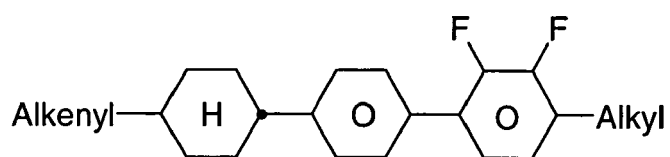
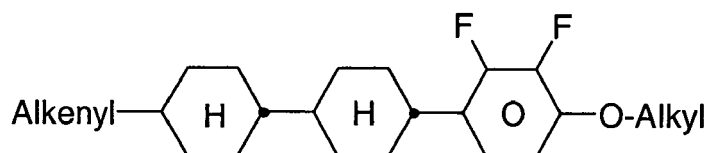
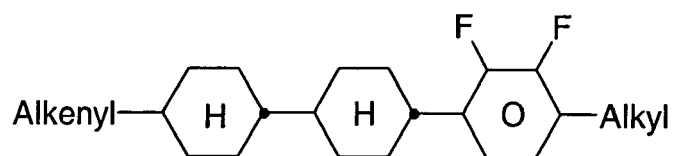
B2

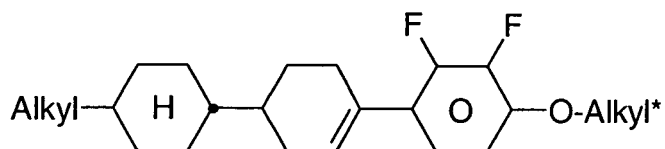


B3



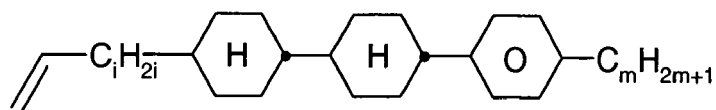
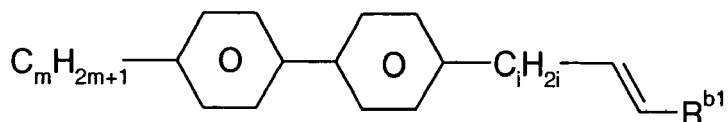
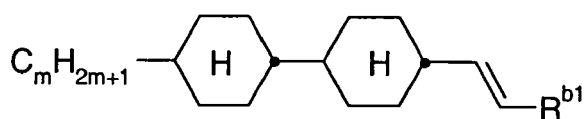
B4



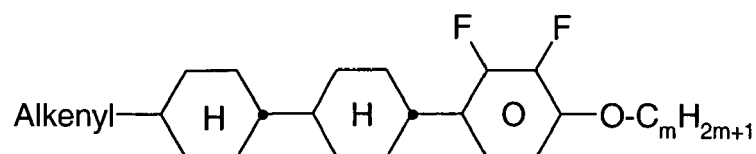
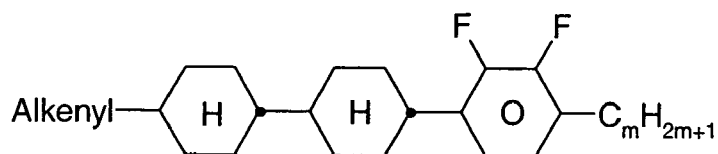


10 worin Alkyl einen geradkettigen Alkylrest mit 1-6 C-Atomen und Alkenyl und Alkenyl* jeweils unabhängig voneinander einen geradkettigen Alkenylrest mit 2-7 C-Atomen bedeuten. Alkenyl und Alkenyl* bedeuten vorzugsweise $\text{CH}_2=\text{CH}-$, $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_2-$, $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-$, $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-$, $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}=\text{CH}-$, $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}=\text{CH}-$ oder $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_2-$.

[0093] Ganz besonders bevorzugte Verbindungen der Formel A sind ausgewählt aus den folgenden Unterformeln:



30 [0094] Ganz besonders bevorzugte Verbindungen der Formel B sind ausgewählt aus den folgenden Unterformeln:





35

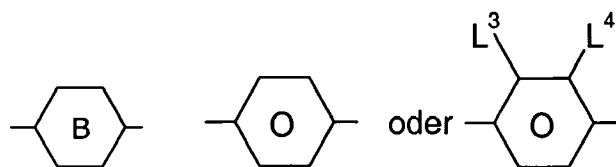
40 a) FK-Medium, welches zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus den folgenden Formeln enthält:



worin die einzelnen Reste folgende Bedeutung besitzen

a 1 oder 2,

b 0 oder 1,



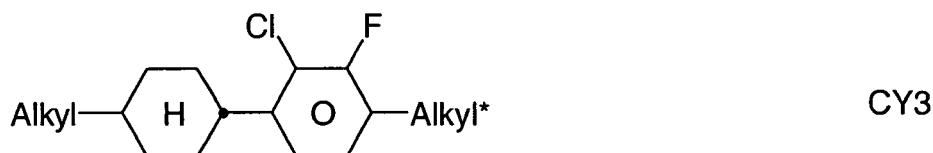
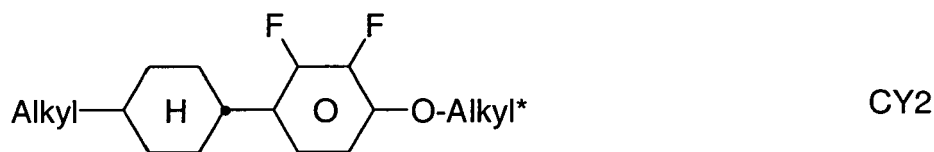
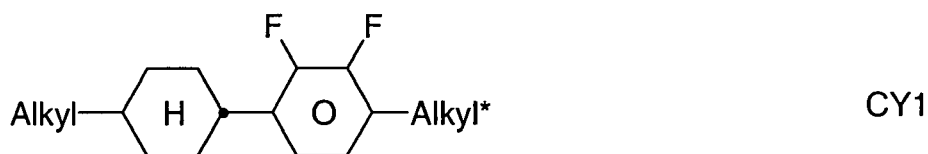
R^1 und R^2 jeweils unabhängig voneinander Alkyl mit 1 bis 12 C-Atomen, wobei auch eine oder zwei nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch $-O-$, $-CH=CH-$, $-CO-$, $-OCO-$ oder $-COO-$ so ersetzt sein können, dass O-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind,

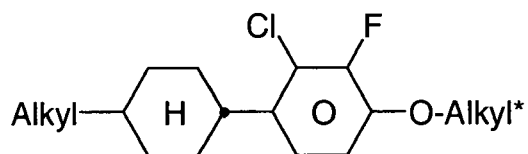
Z^x und Z^y jeweils unabhängig voneinander $-CH_2CH_2-$, $-CH=CH-$, $-CF_2O-$, $-OCF_2-$, $-CH_2O-$, $-OCH_2-$, $-COO-$, $-OCO-$, $-C_2F_4-$, $-CF=CF-$, $-CH=CHCH_2O-$, oder eine Einfachbindung, vorzugsweise eine Einfachbindung,

L^{1-4} jeweils unabhängig voneinander F, Cl, OCF_3 , CF_3 , CH_3 , CH_2F , CHF_2 .

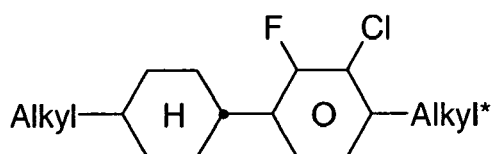
Vorzugsweise bedeuten beide Reste L^1 und L^2 F, oder einer der Reste L^1 und L^2 F und der andere Cl, bzw. beide Reste L^3 und L^4 F, oder einer der Reste L^3 und L^4 F und der andere Cl.

Die Verbindungen der Formel CY sind vorzugsweise ausgewählt aus den folgenden Unterformeln

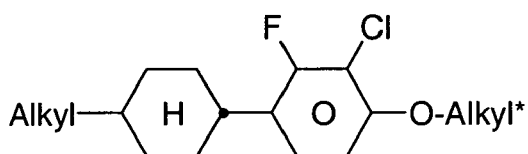




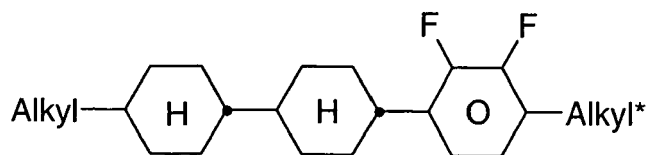
CY4



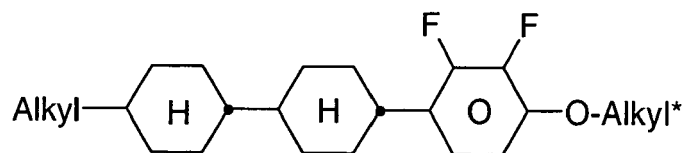
CY5



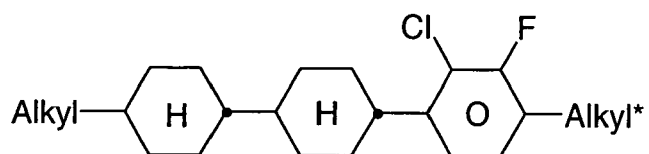
CY6



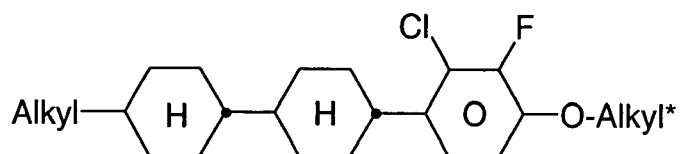
CY7



CY8

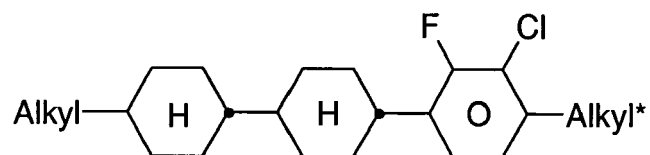


CY9



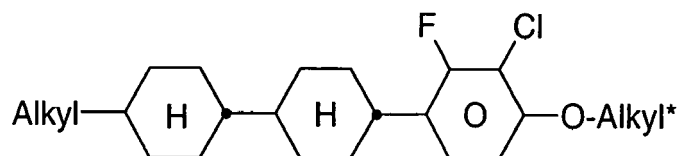
CY10

5



CY11

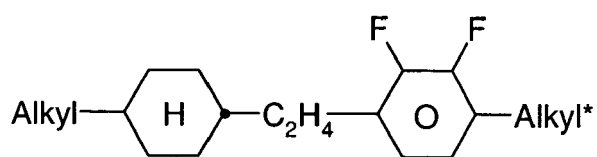
10



CY12

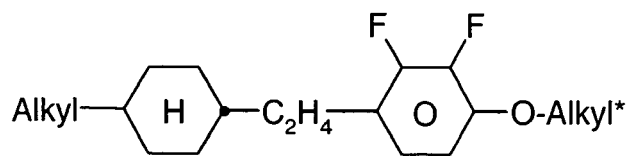
15

20



CY13

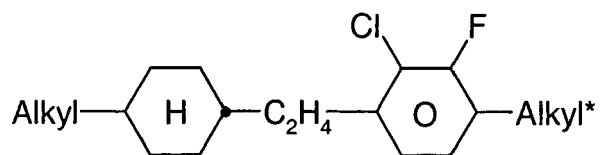
25



CY14

30

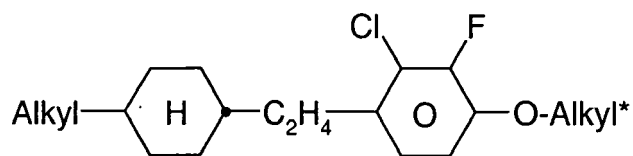
35



CY15

40

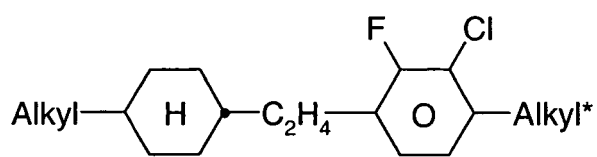
45



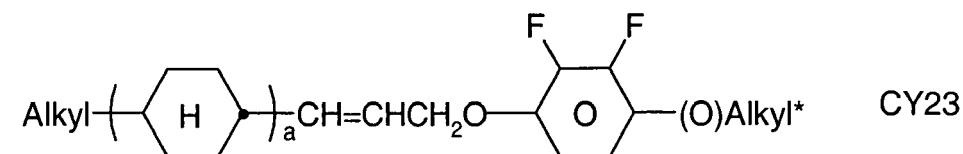
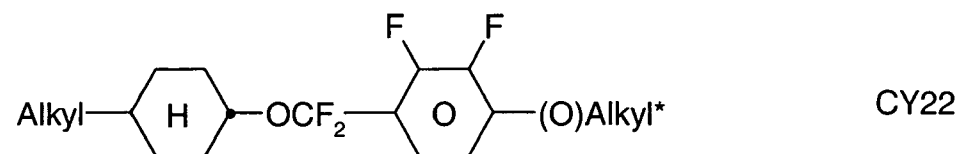
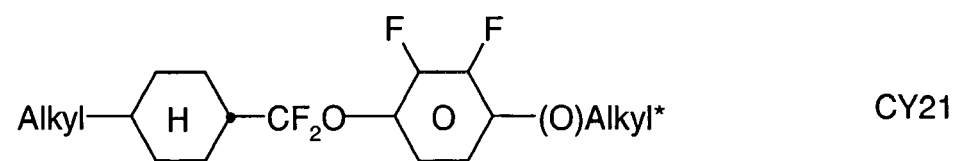
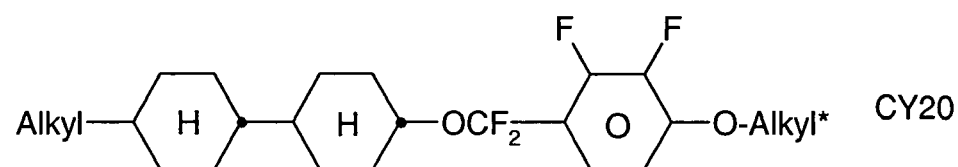
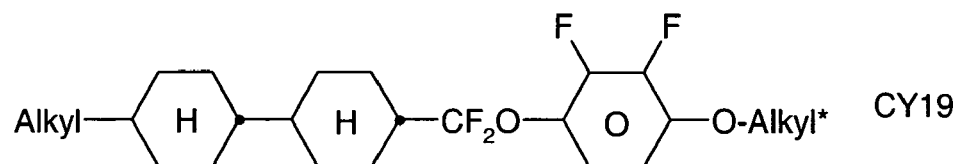
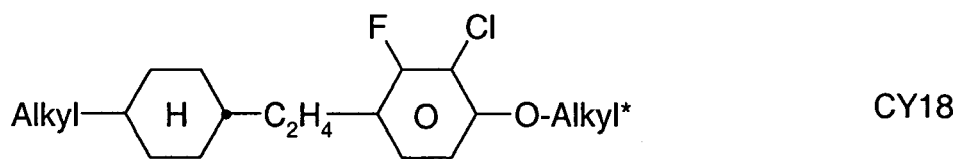
CY16

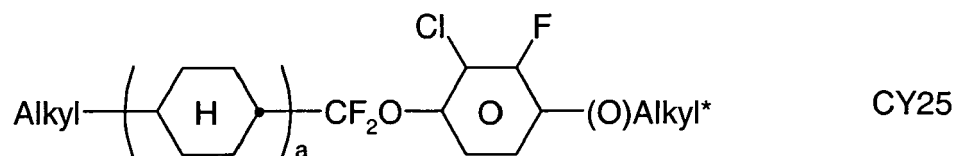
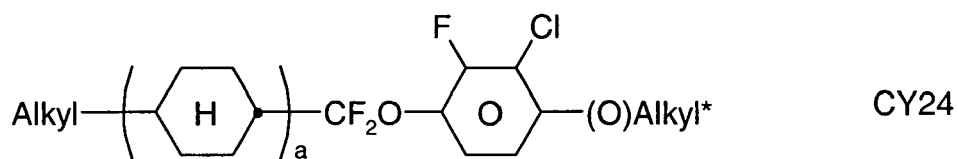
50

55



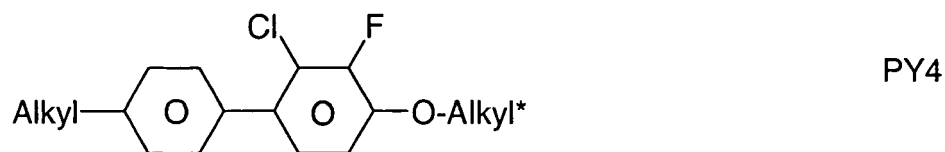
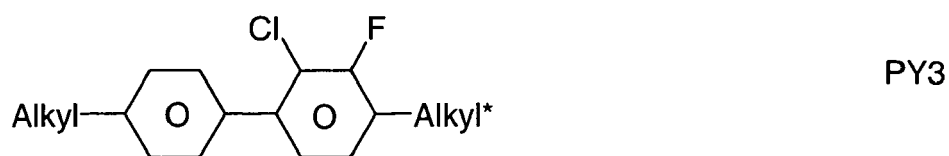
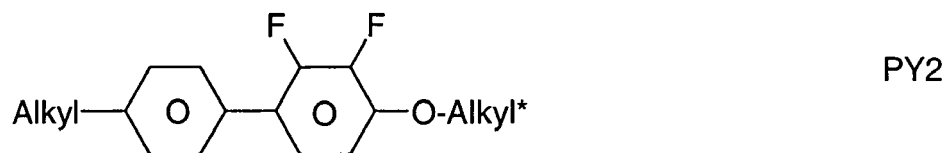
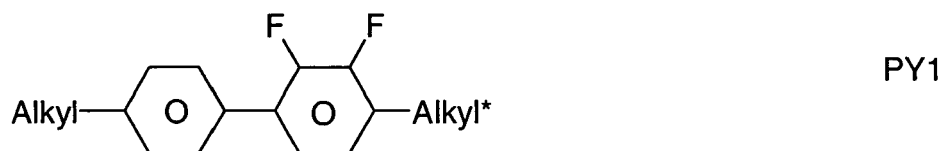
CY17



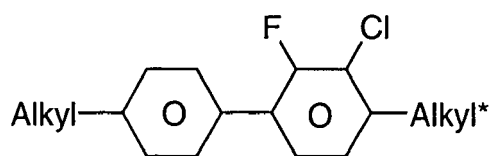


20 worin a 1 oder 2 und Alkyl und Alkyl* jeweils unabhängig voneinander einen geradkettigen Alkylrest mit 1-6 C-Atomen bedeuten.

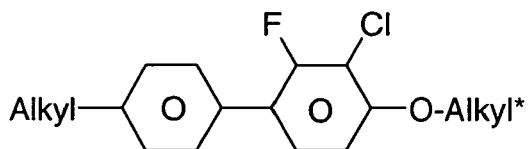
Die Verbindungen der Formel PY sind vorzugsweise ausgewählt aus den folgenden Unterformeln:



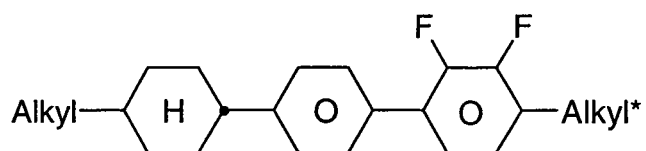
PY5



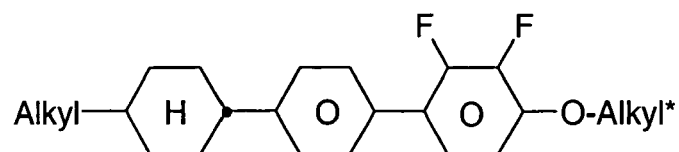
PY6



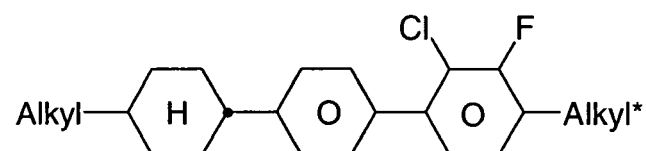
PY7



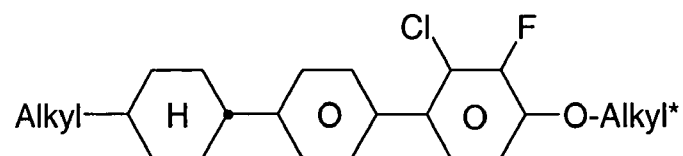
PY8

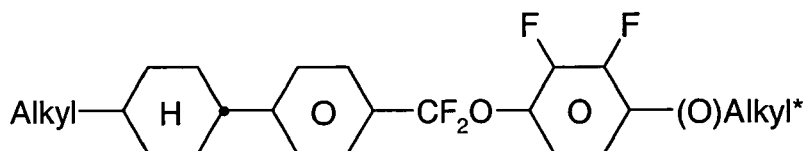
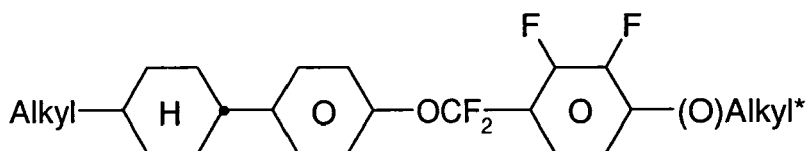
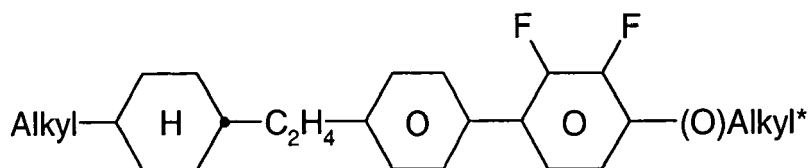
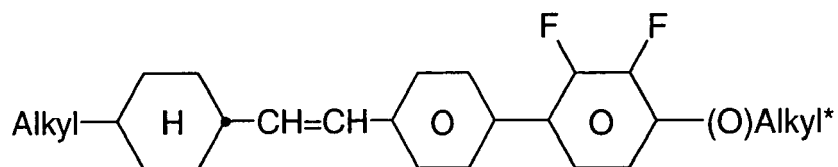
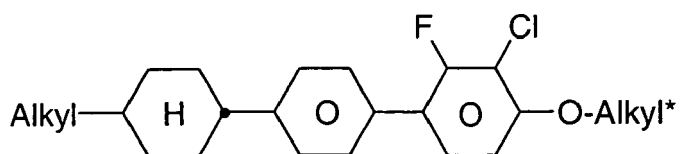
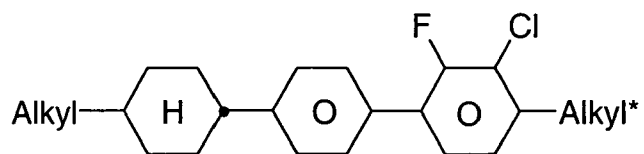


PY9



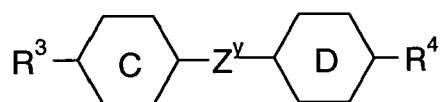
PY10





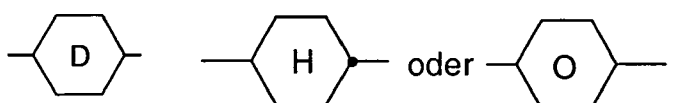
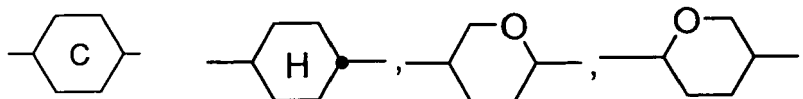
worin Alkyl und Alkyl* jeweils unabhängig voneinander einen geradkettigen Alkylrest mit 1-6 C-Atomen bedeuten.

b) FK-Medium, welches zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen der folgenden Formel enthält:



ZK

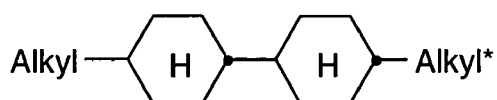
worin die einzelnen Reste folgende Bedeutung besitzen



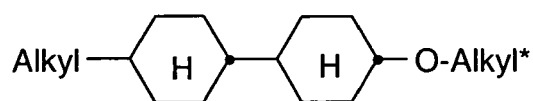
R^3 und R^4 jeweils unabhängig voneinander Alkyl mit 1 bis 12 C-Atomen, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch $-\text{O}-$, $-\text{CH}=\text{CH}-$, $-\text{CO}-$, $-\text{OCO}-$ oder $-\text{COO}-$ so ersetzt sein können, dass O-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind,

Z^y $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$, $-\text{CH}=\text{CH}-$, $-\text{CF}_2\text{O}-$, $-\text{OCF}_2-$, $-\text{CH}_2\text{O}-$, $-\text{OCH}_2-$, $-\text{COO}-$, $-\text{OCO}-$, $-\text{C}_2\text{F}_4-$, $-\text{CF}=\text{CF}-$, $-\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{O}-$, oder eine Einfachbindung, vorzugsweise eine Einfachbindung.

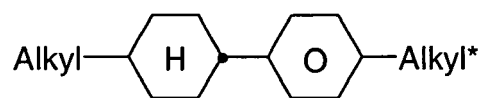
Die Verbindungen der Formel ZK sind vorzugsweise ausgewählt aus den folgenden Unterformeln:



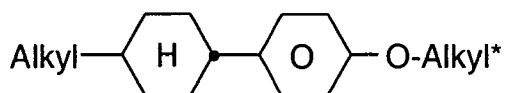
ZK1



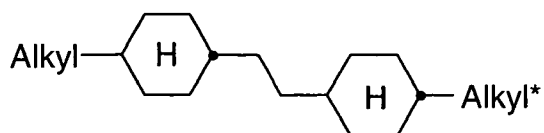
ZK2



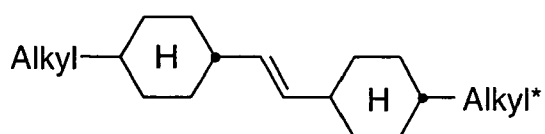
ZK3



ZK4



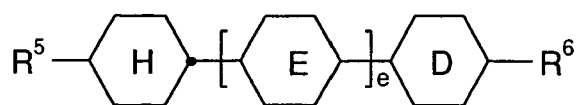
ZK5



ZK6

worin Alkyl und Alkyl* jeweils unabhängig voneinander einen geradkettigen Alkylrest mit 1-6 C-Atomen bedeuten,

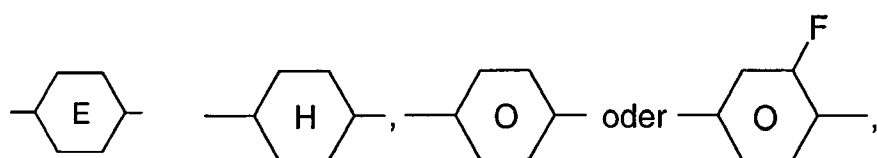
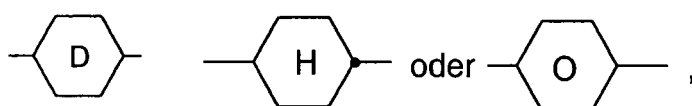
c) FK-Medium, welches zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen der folgenden Formel enthält:



DK

worin die einzelnen Reste bei jedem Auftreten gleich oder verschieden folgende Bedeutung haben:

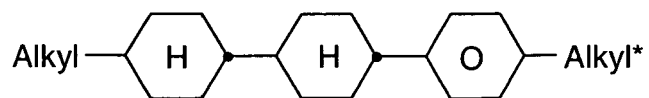
R^5 und R^6 jeweils unabhängig voneinander eine der oben für R^1 angegebenen Bedeutungen,



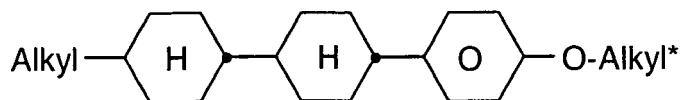
und

e 1 oder 2.

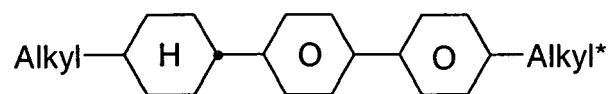
Die Verbindungen der Formel DK sind vorzugsweise ausgewählt aus den folgenden Unterformeln:



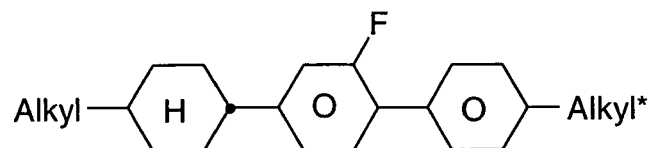
DK1



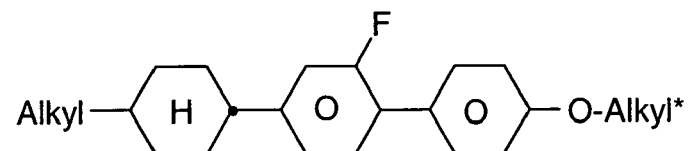
DK2



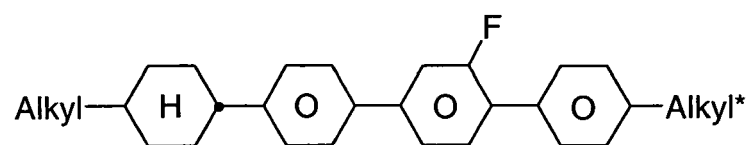
DK3



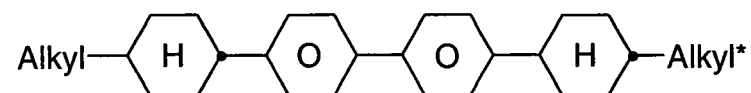
DK4



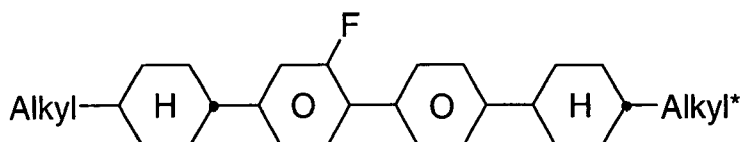
DK5



DK6



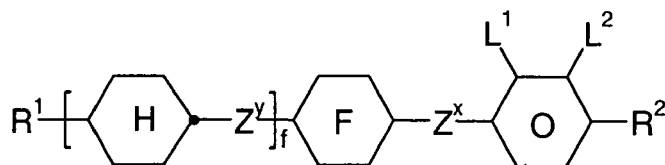
DK7



DK8

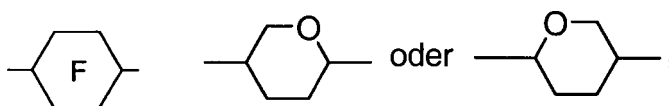
worin Alkyl und Alkyl* jeweils unabhängig voneinander einen geradkettigen Alkylrest mit 1-6 C-Atomen bedeuten.

d) FK-Medium, welches zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen der folgenden Formel enthält:



AY

worin die einzelnen Reste folgende Bedeutung besitzen



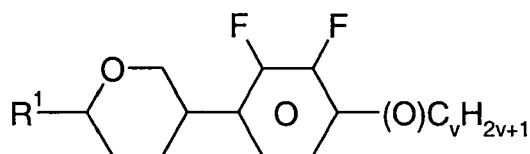
f 0 oder 1,

R¹ und R² jeweils unabhängig voneinander Alkyl mit 1 bis 12 C-Atomen, wobei auch eine oder zwei nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch -O-, -CH=CH-, -CO-, -OCO- oder -COO- so ersetzt sein können, dass O-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind,

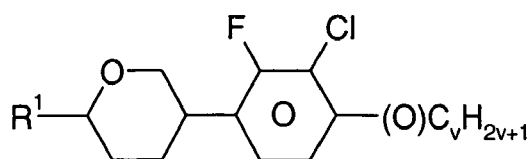
Z^x und Z^y jeweils unabhängig voneinander -CH₂CH₂-, -CH=CH-, -CF₂O-, -OCF₂-, -CH₂O-, -OCH₂-, -COO-, -OCO-, -C₂F₄-, -CF=CF-, -CH=CHCH₂O-, oder eine Einfachbindung, vorzugsweise eine Einfachbindung,

L¹ und L² jeweils unabhängig voneinander F, Cl, OCF₃, CF₃, CH₃, CH₂F, CHF₂.

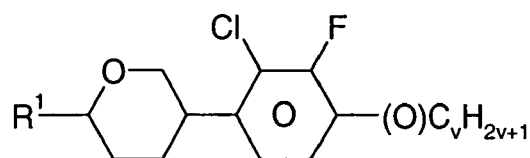
Vorzugsweise bedeuten beide Reste L¹ und L² F oder einer der Reste L¹ und L² F und der andere Cl.
Die Verbindungen der Formel AY sind vorzugsweise ausgewählt aus den folgenden Unterformeln



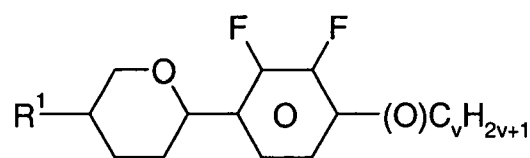
AY1



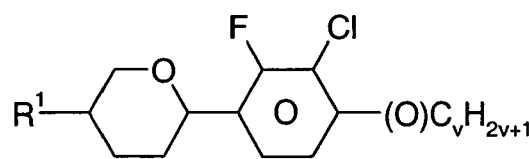
AY2



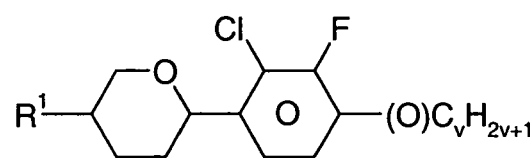
AY3



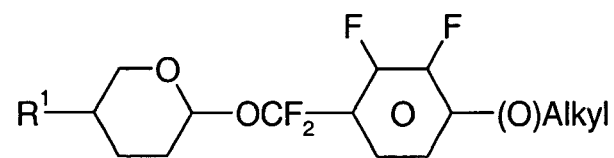
AY4



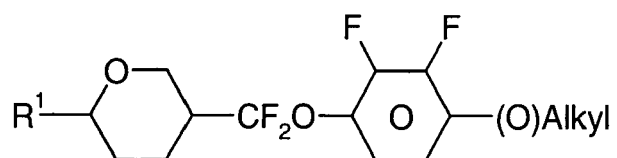
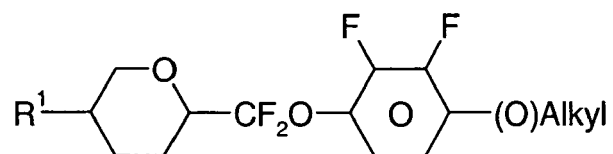
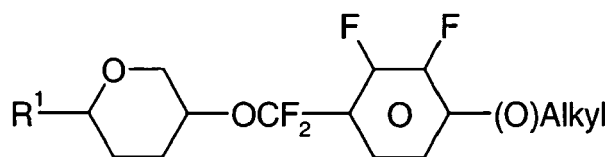
AY5



AY6



AY7

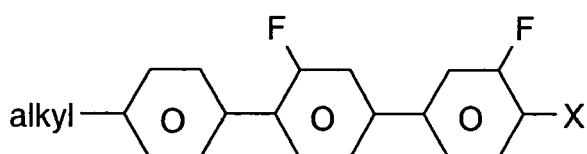
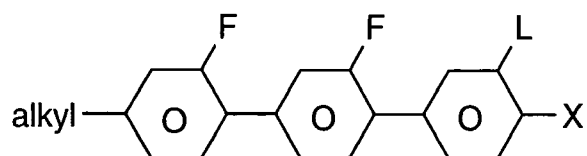
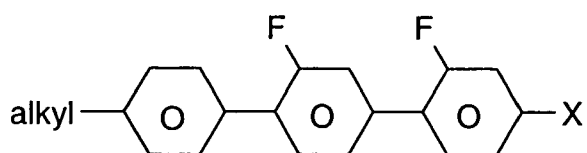


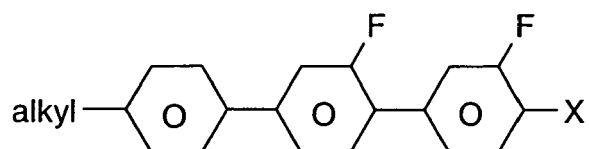
20

worin R¹ die oben angegebene Bedeutung hat und v eine ganze Zahl von 1 bis 6 bedeutet. R¹ bedeutet vorzugsweise geradkettiges Alkyl, insbesondere CH₃, C₂H₅, n-C₃H₇, n-C₄H₉, n-C₅H₁₁

25

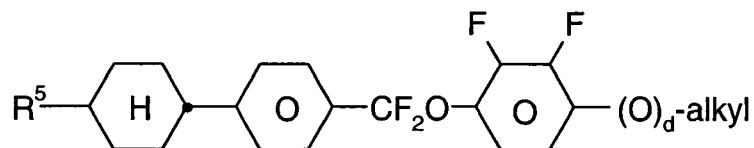
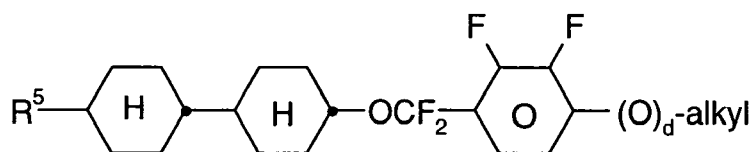
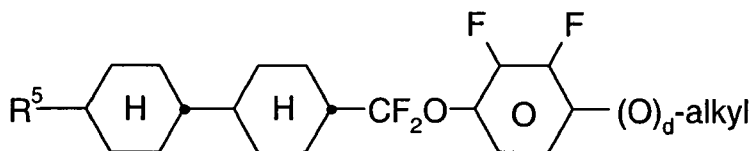
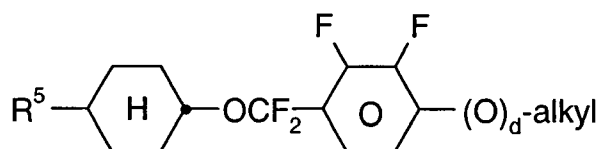
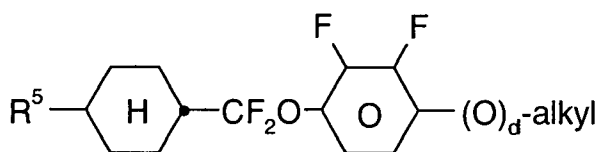
e) FK-Medium, welches zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus den folgenden Formeln enthält:

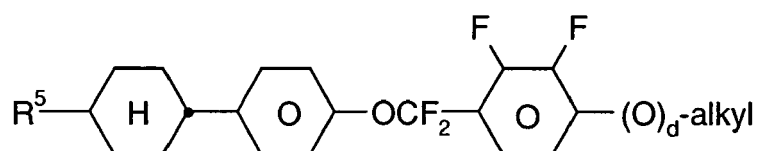




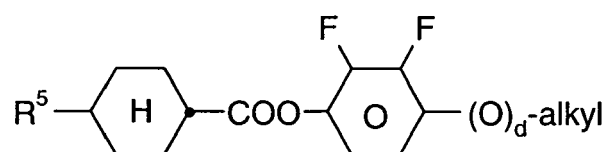
10 worin alkyl C₁₋₆-alkyl, L H oder F und X F, Cl, OCF₃, OCHF₂ oder OCH=CF₂ bedeutet. Besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formel G1, worin X F bedeutet.

f) FK-Medium, welches zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus den folgenden Formeln enthält:

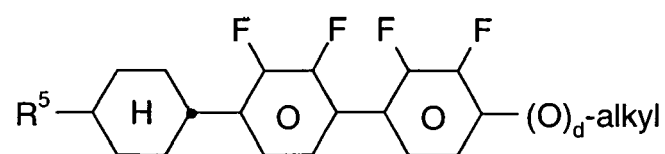




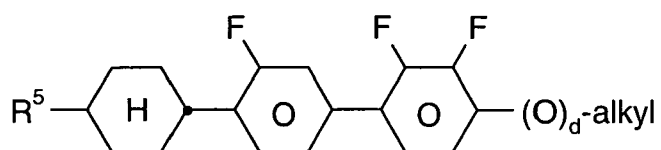
Y6



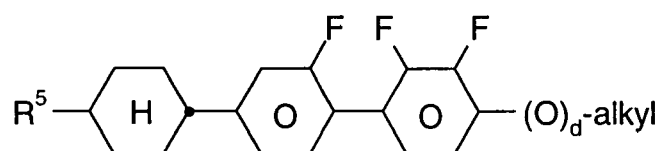
Y7



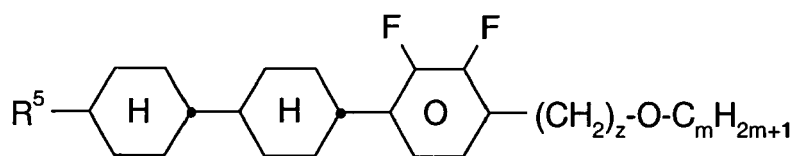
Y8



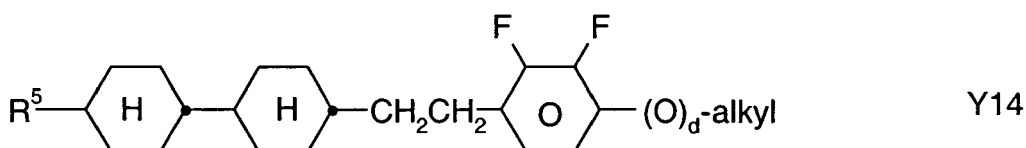
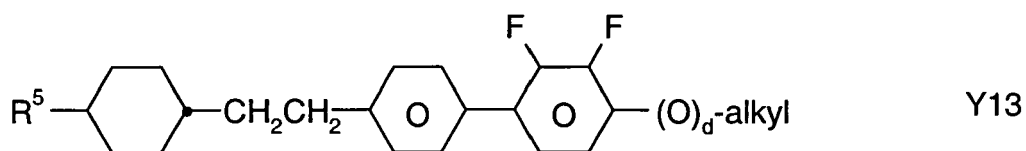
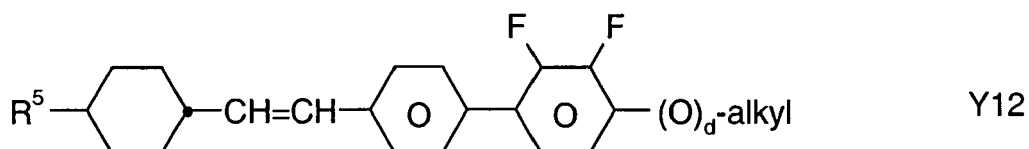
Y9



Y10



Y11

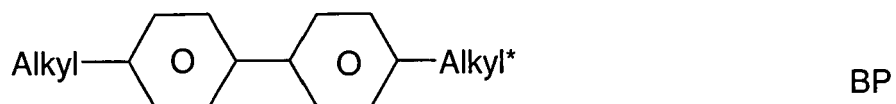


20

25

worin R^5 eine der oben für R^1 angegebenen Bedeutungen besitzt, alkyl C_{1-6} -alkyl, d 0 oder 1, und z und m jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 1 bis 6 bedeuten. R^5 ist in diesen Verbindungen besonders bevorzugt C_{1-6} -alkyl oder -alkoxy, d ist vorzugsweise 1. Vorzugsweise enthält das erfindungsgemäße FK-Medium eine oder mehrere Verbindungen der oben genannten Formeln in Mengen von ≥ 5 Gew.%.
 30

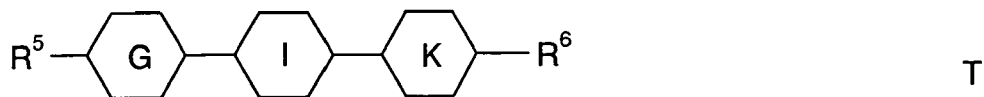
g) FK-Medium, welches zusätzlich eine oder mehrere Biphenylverbindungen der folgenden Formeln enthält:



40

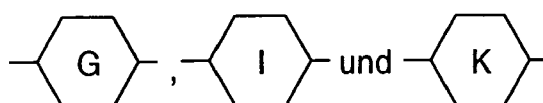
worin Alkyl und Alkyl* jeweils unabhängig voneinander einen geradkettigen Alkylrest mit 1-6 C-Atomen bedeuten.

h) FK-Medium, welches zusätzlich eine oder mehrere Terphenylverbindungen der folgenden Formel enthält:

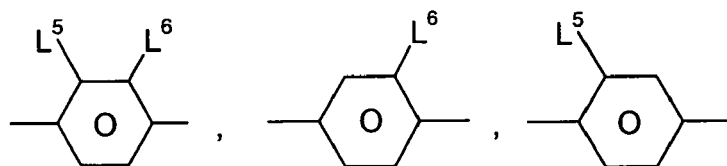


50

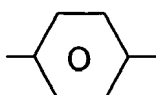
worin R^5 und R^6 jeweils unabhängig voneinander eine der oben für R^1 angegebenen Bedeutungen besitzen und



jeweils unabhängig voneinander

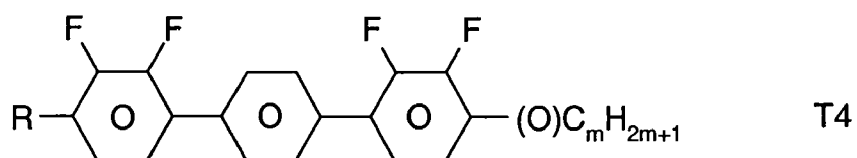
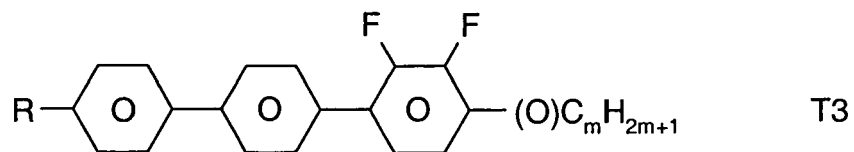
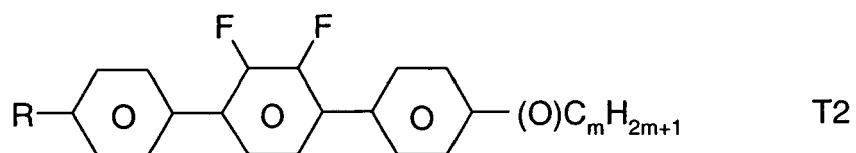
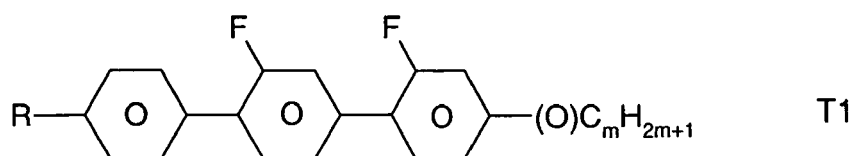


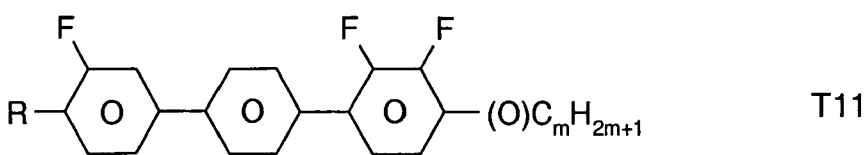
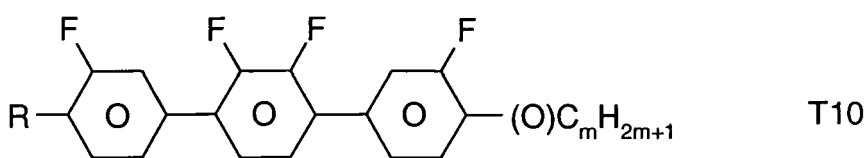
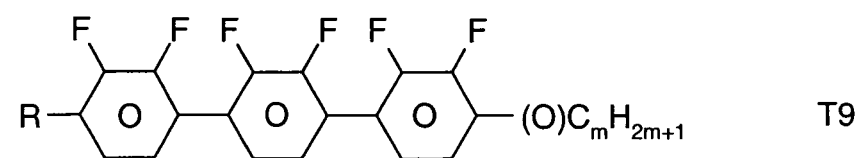
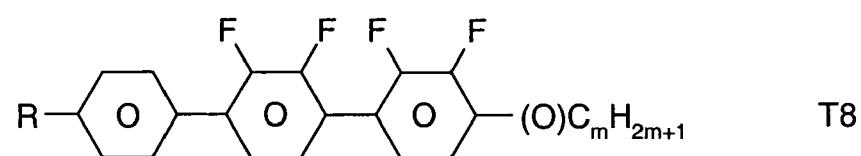
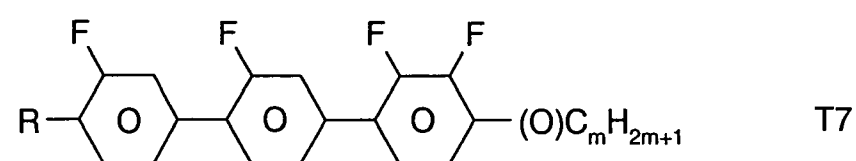
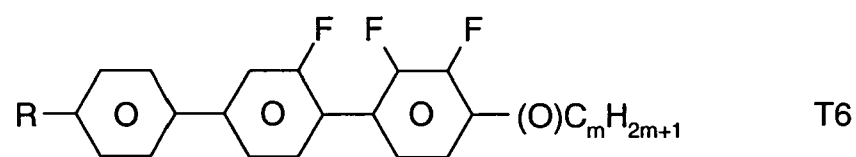
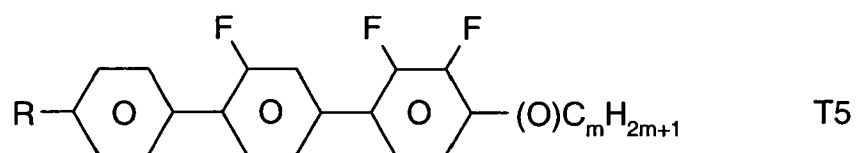
oder

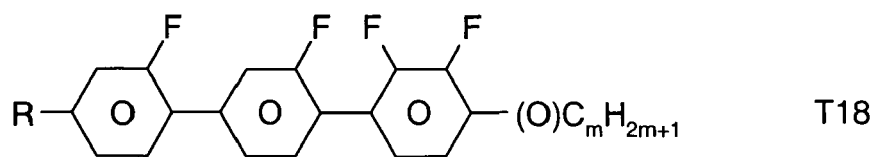
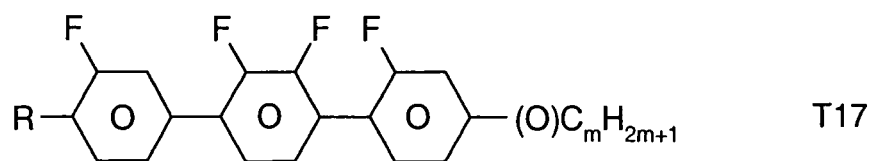
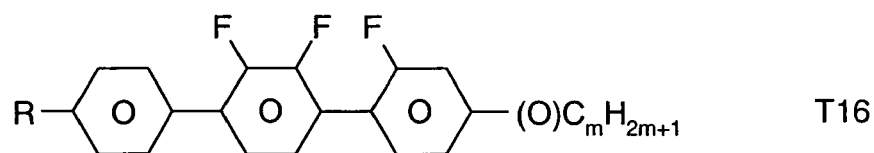
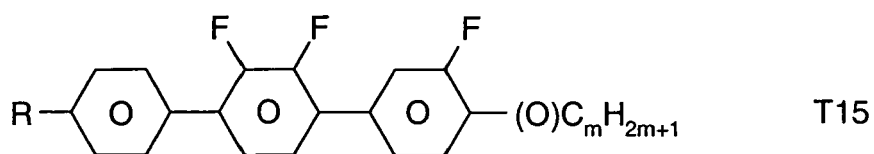
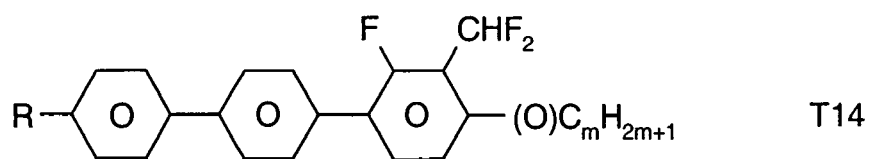
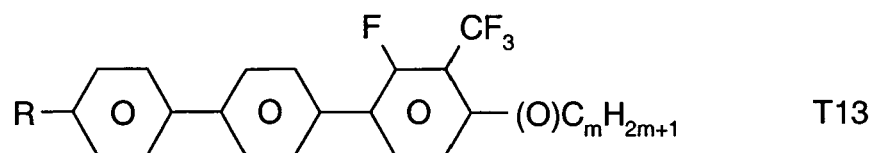
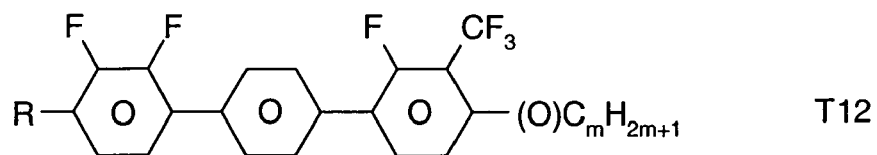


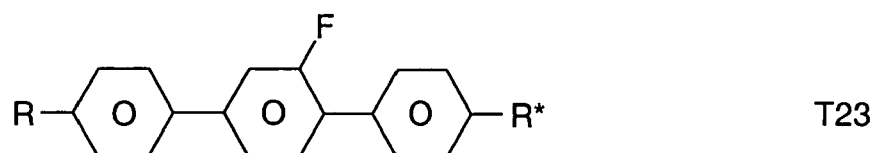
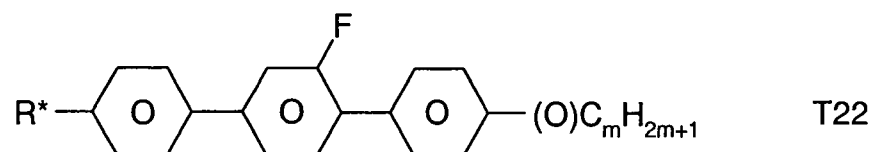
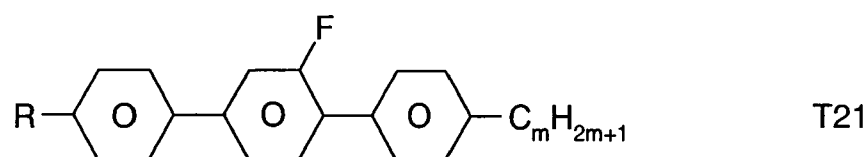
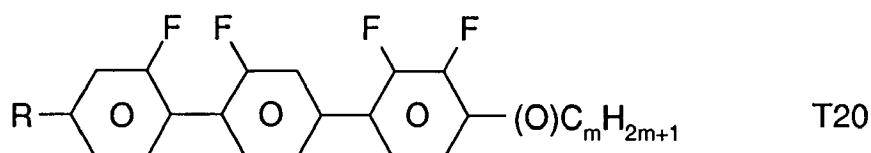
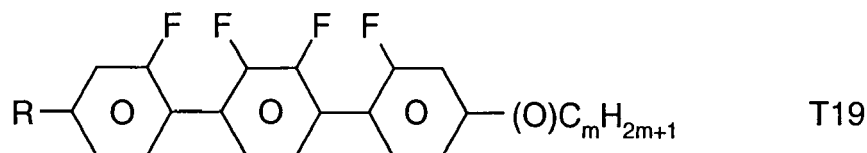
20 bedeuten, worin L^5 F oder Cl, vorzugsweise F, und L^6 F, Cl, OCF_3 , CF_3 , CH_3 , CH_2F oder CHF_2 , vorzugsweise F, bedeuten.

Die Verbindungen der Formel T sind vorzugsweise ausgewählt aus den folgenden Unterformeln









30

35

worin R einen geradkettigen Alkyl- oder Alkoxyrest mit 1-7 C-Atomen, R* einen geradkettigen Alkenylrest mit 2-7 C-Atomen, und m eine ganze Zahl von 1 bis 6 bedeutet. R* bedeutet vorzugsweise $\text{CH}_2=\text{CH}-$, $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_2-$, $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-$, $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-$, $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}=\text{CH}-$, $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}=\text{CH}-$ oder $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_2-$.

40

Vorzugsweise bedeutet R Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy oder Pentoxy. Das erfindungsgemäße FK-Medium enthält die Terphenyle der Formeln T und deren bevorzugte Unterformeln vorzugsweise in einer Menge von 2-30 Gew.%, insbesondere von 5-20 Gew.%.

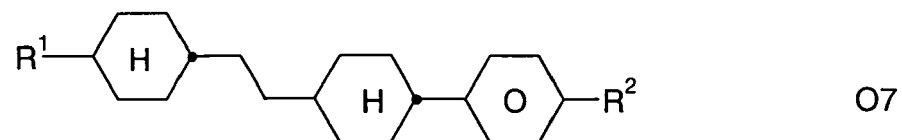
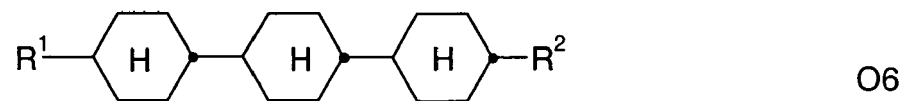
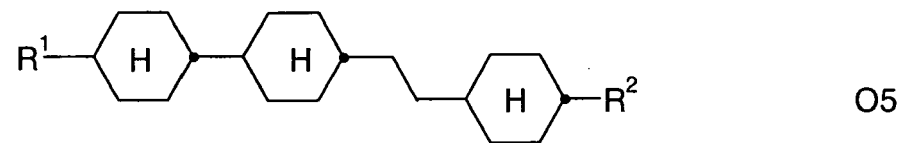
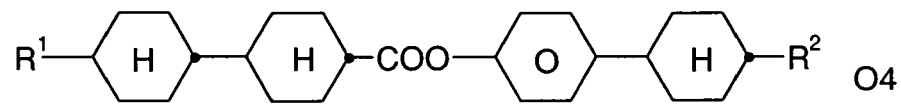
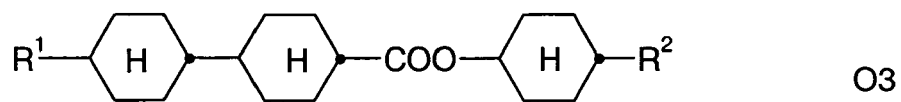
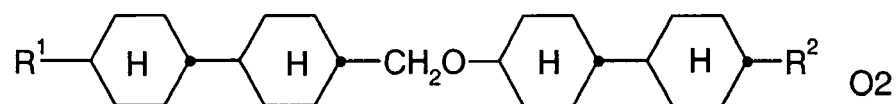
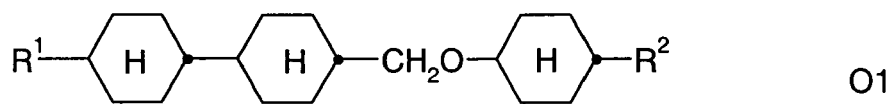
Besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formeln T1, T2, T3 und T21. In diesen Verbindungen bedeutet R vorzugsweise Alkyl, ferner Alkoxy jeweils mit 1-5 C-Atomen.

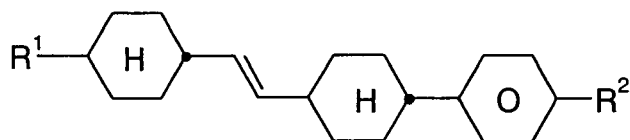
50

Vorzugsweise werden die Terphenyle in erfindungsgemäßen Mischungen eingesetzt, wenn der Δn -Wert der Mischung $\geq 0,1$ sein soll. Bevorzugte Mischungen enthalten 2-20 Gew.% einer oder mehrerer Terphenyl-Verbindungen der Formel T, vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen T1 bis T22.

55

i) FK-Medium, welches zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen der folgenden Formeln enthält:



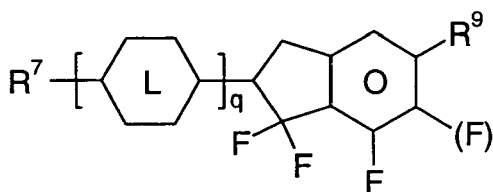


O8

worin R^1 und R^2 die oben angegebenen Bedeutungen haben, und vorzugsweise jeweils unabhängig voneinander geradkettiges Alkyl oder Alkoxy bedeuten.

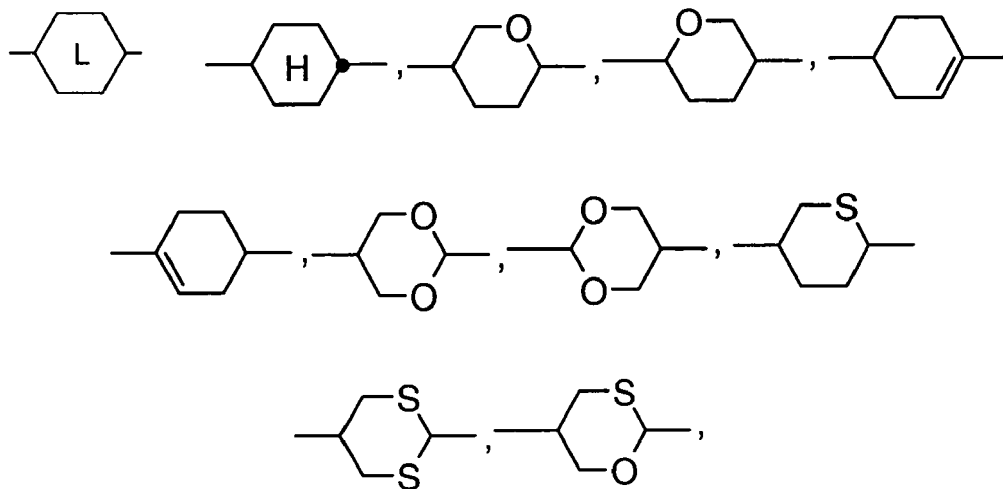
Bevorzugte Medien enthalten eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus den Formeln O1, O3 und O4.

k) FK-Medium, welches zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen der folgenden Formel enthält:

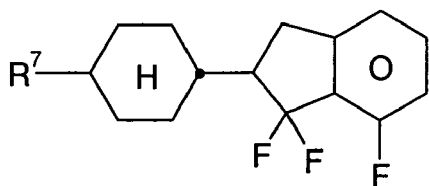


FI

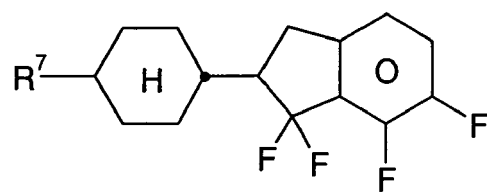
worin



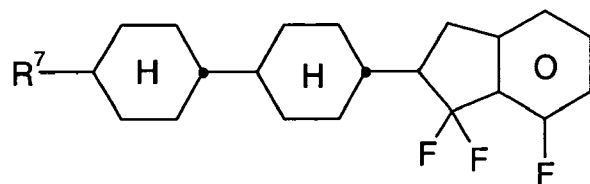
R^9 H, CH_3 , C_2H_5 oder $n\text{-C}_3\text{H}_7$ und q 1, 2 oder 3 bedeutet, und R^7 eine der für R^1 angegebenen Bedeutungen hat, vorzugsweise in Mengen von > 3 Gew.%, insbesondere ≥ 5 Gew.%, und ganz besonders bevorzugt von 5-30 Gew.%. Besonders bevorzugte Verbindungen der Formel FI sind ausgewählt aus den folgenden Unterformeln:



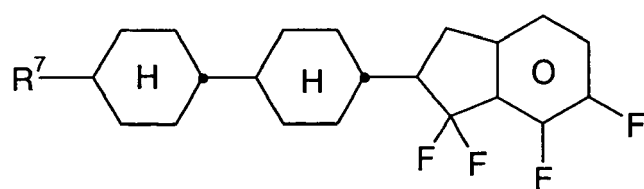
FI1



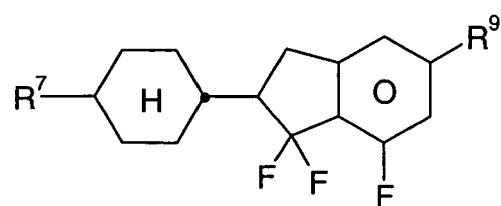
FI2



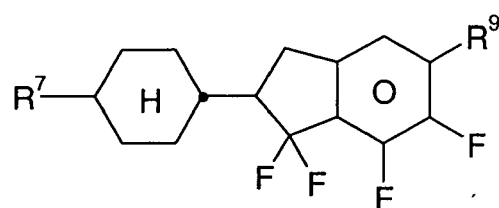
FI3



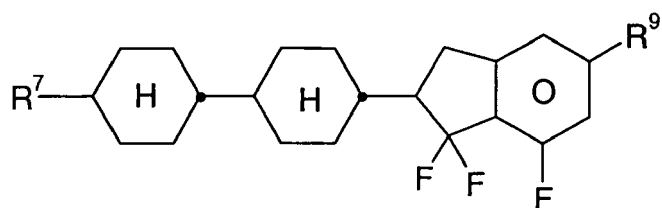
FI4



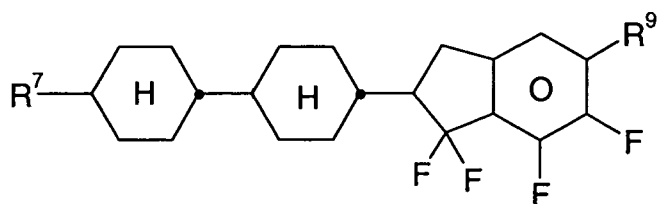
FI5



FI6



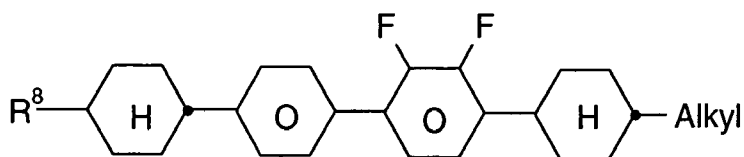
FI7



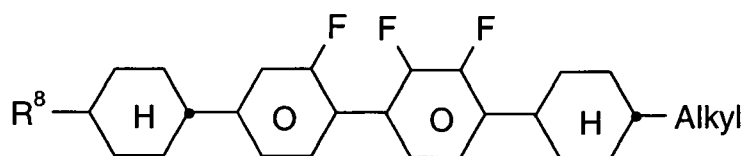
FI8

worin R^7 vorzugsweise geradkettiges Alkyl bedeutet und R^9 CH_3 , C_2H_5 oder $n\text{-C}_3\text{H}_7$ bedeutet. Besonders bevorzugt sind die Verbindungen der Formel FI1, FI2 und FI3.

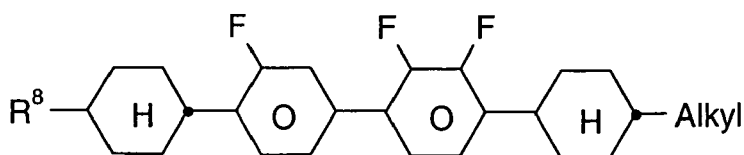
m) FK-Medium, welches zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen der folgenden Formeln enthält:



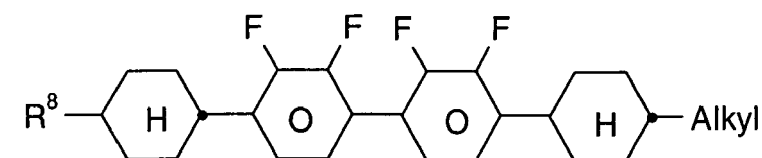
VK1



VK2



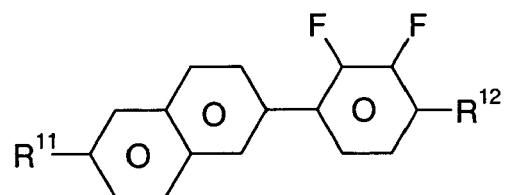
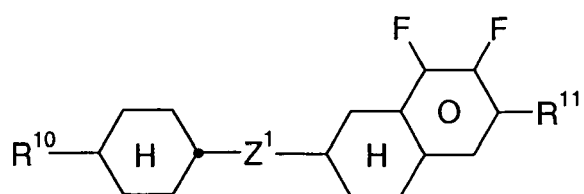
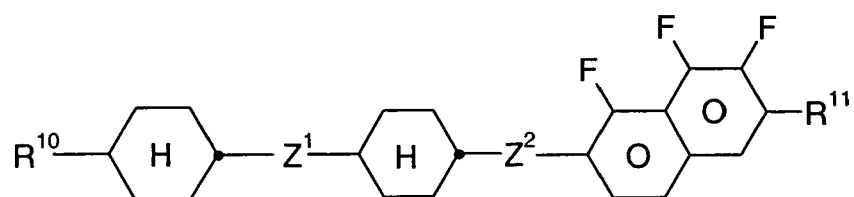
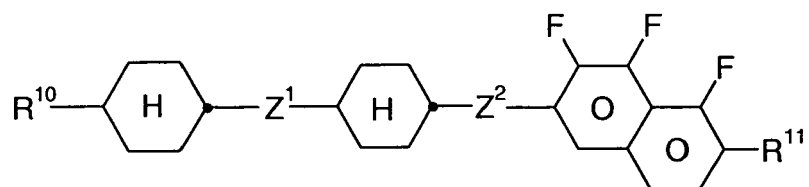
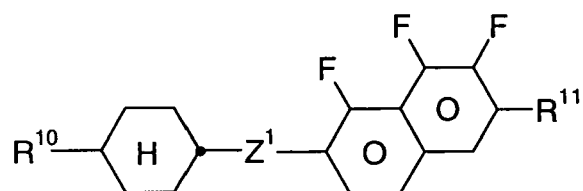
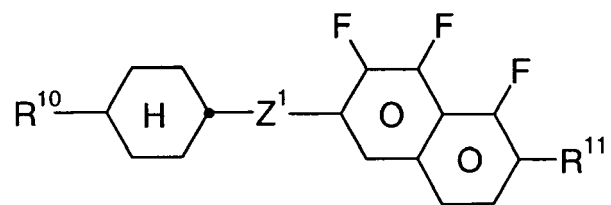
VK3

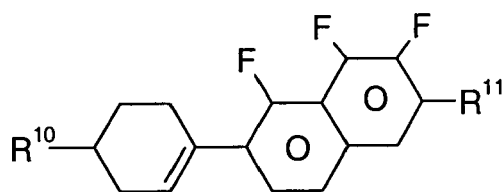


VK4

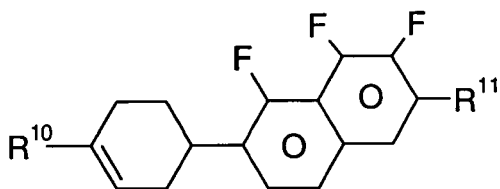
worin R^8 die für R^1 angegebene Bedeutung hat und Alkyl einen geradkettigen Alkylrest mit 1-6 C-Atomen bedeutet.

n) FK-Medium, welches zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen enthält, die eine Tetrahydronaphthyl- oder Naphthyl-Einheit aufweisen, wie z.B. die Verbindungen ausgewählt aus den folgenden Formeln:

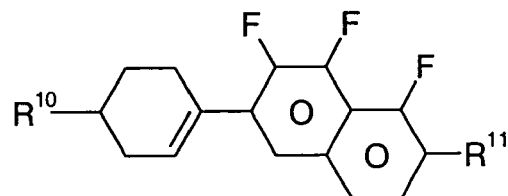




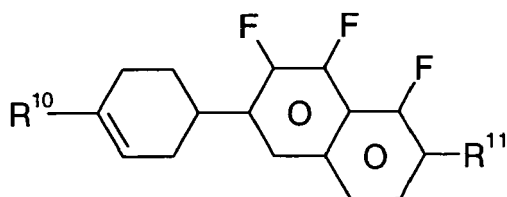
N7



N8



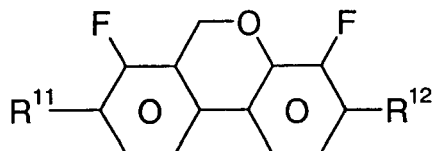
N9



N10

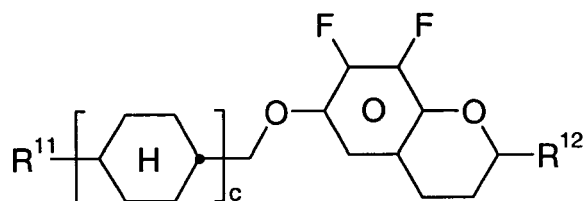
worin R^{10} und R^{11} jeweils unabhängig voneinander eine der für R^1 angegebenen Bedeutungen haben, vorzugsweise geradkettiges Alkyl, geradkettiges Alkoxy oder geradkettiges Alkenyl bedeuten, und Z , Z^1 und Z^2 jeweils unabhängig voneinander $-C_2H_4-$, $-CH=CH-$, $-(CH_2)_4-$, $-(CH_2)_3O-$, $-O(CH_2)_3-$, $-CH=CHCH_2CH_2-$, $-CH_2CH_2CH=CH-$, $-CH_2O-$, $-OCH_2-$, $-COO-$, $-OCO-$, $-C_2F_4-$, $-CF=CF-$, $-CF=CH-$, $-CH=CF-$, $-CH_2-$ oder eine Einfachbindung bedeuten.

o) FK-Medium, welches zusätzlich eine oder mehrere eine oder mehrere Difluordibenzochromane und/oder Chromane der folgenden Formeln enthält:



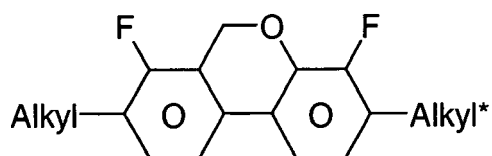
BC

CR

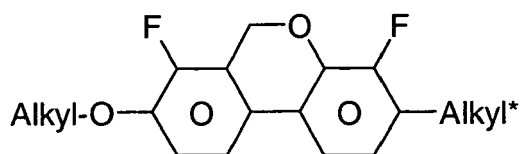


worin R^{11} und R^{12} jeweils unabhängig voneinander die oben angegebene Bedeutung aufweisen, und c 0 oder 1 bedeutet, vorzugsweise in Mengen von 3 bis 20 Gew.%, insbesondere in Mengen von 3 bis 15 Gew.%.
Besonders bevorzugte Verbindungen der Formeln BC und CR sind ausgewählt aus den folgenden Unterformeln:

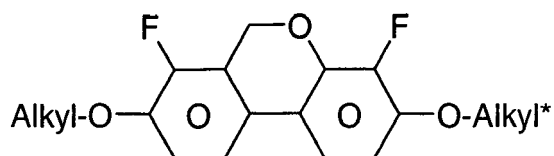
BC1



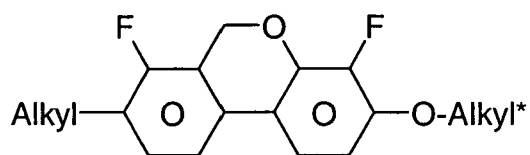
BC2



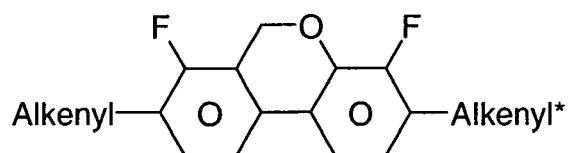
BC3

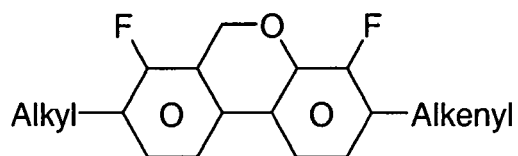


BC4

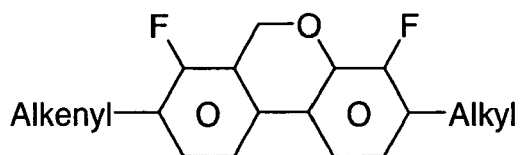


BC5

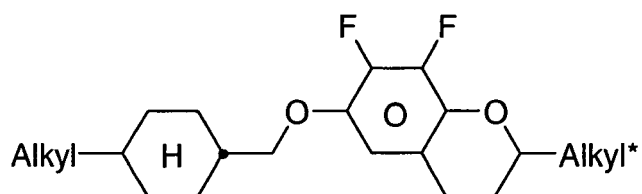




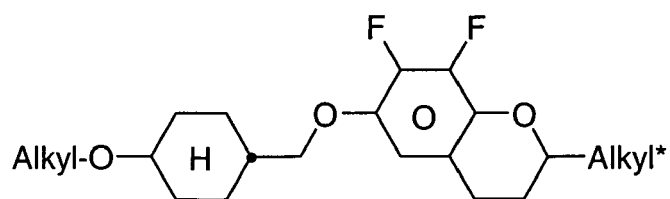
BC6



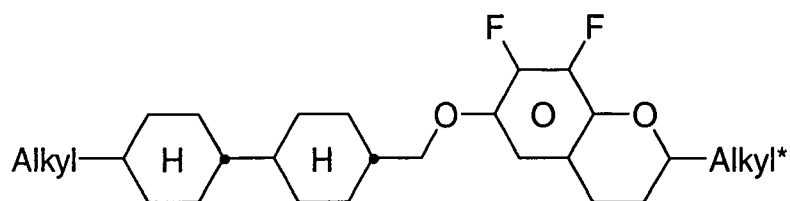
BC7



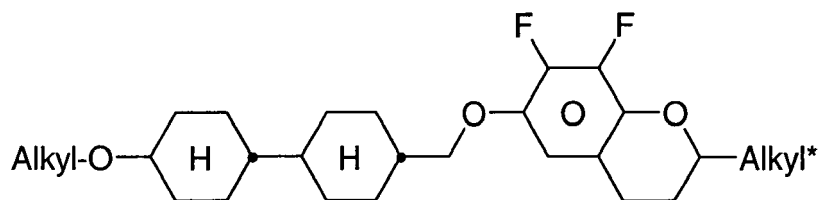
CR1



CR2

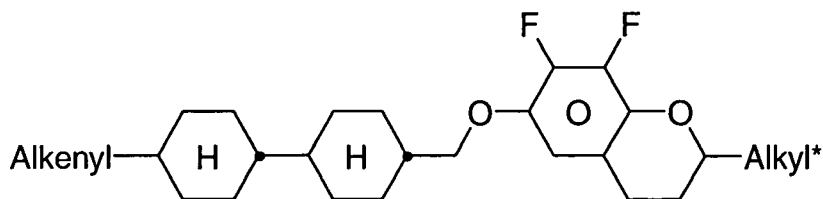


CR3



CR4

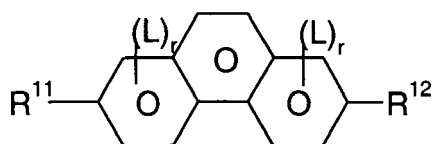
CR5



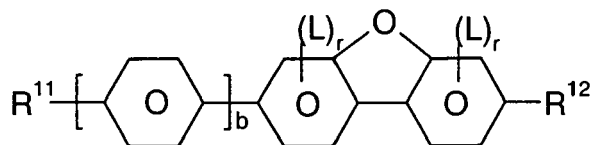
worin Alkyl und Alkyl* jeweils unabhängig voneinander einen geradkettigen Alkylrest mit 1-6 C-Atomen, und Alkenyl und Alkenyl* jeweils unabhängig voneinander einen geradkettigen Alkenylrest mit 2-6 C-Atomen bedeuten. Alkenyl und Alkenyl* bedeuten vorzugsweise $\text{CH}_2=\text{CH}-$, $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-$, $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_2-$, $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHC}_2\text{H}_4-$ oder $\text{C}_3\text{H}_7\text{CH}=\text{CH}-$.

Ganz besonders bevorzugt sind Mischungen enthaltend eine, zwei oder drei Verbindungen der Formel BC-2.

p) FK-Medium, welches zusätzlich eine oder mehrere fluorierte Phenanthrene oder Dibenzofurane der folgenden Formeln enthält:



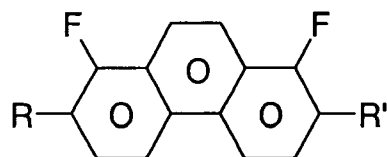
PH



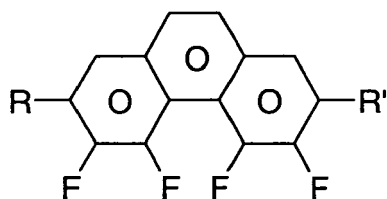
BF

worin R^{11} und R^{12} jeweils unabhängig voneinander die oben angegebenen Bedeutungen besitzen, b 0 oder 1, L F und r 1, 2 oder 3 bedeutet.

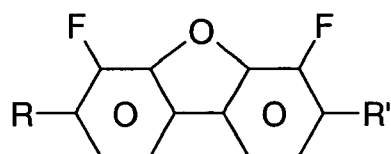
Besonders bevorzugte Verbindungen der Formeln PH und BF sind ausgewählt aus den folgenden Unterformeln:



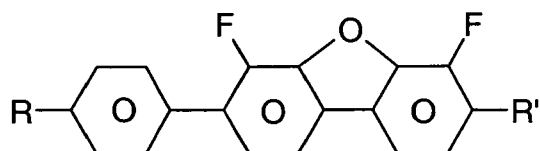
PH1



PH2



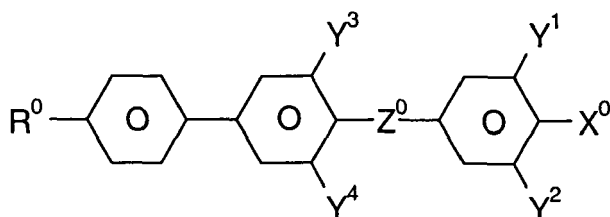
BF1



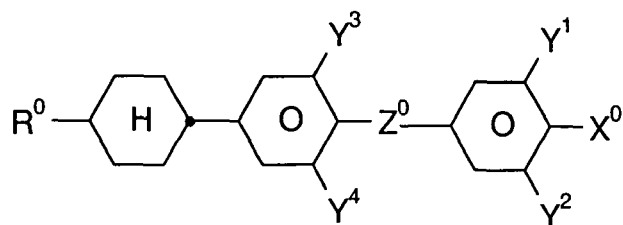
BF2

worin R und R' jeweils unabhängig voneinander einen geradkettigen Alkyl- oder Alkoxyrest mit 1-7 C-Atomen bedeuten.

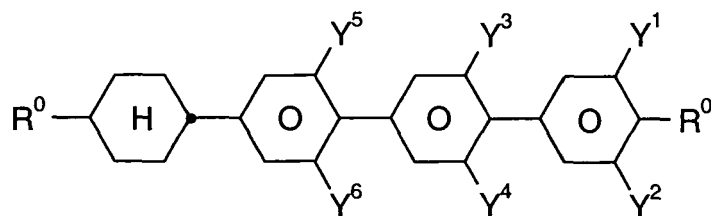
q) FK-Medium, vorzugsweise zur Verwendung in PSA-OCB-Anzeigen, welches eine oder mehrere Verbindungen der folgenden Formeln enthält:



AA



BB



CC

worin

R⁰ bei jedem Auftreten gleich oder verschieden n-Alkyl, Alkoxy, Oxaalkyl, Fluoralkyl oder Alkenyl mit jeweils bis zu 9 C-Atomen,

X⁰ F, Cl oder jeweils halogeniertes Alkyl, Alkenyl, Alkenyloxy oder Alkoxy mit jeweils bis zu 6 C-Atomen,

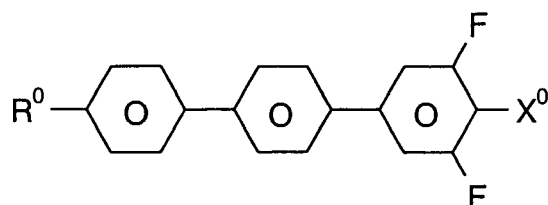
Z^0 -CF₂O- oder eine Einfachbindung,

Y^{1-6} jeweils unabhängig voneinander H oder F,

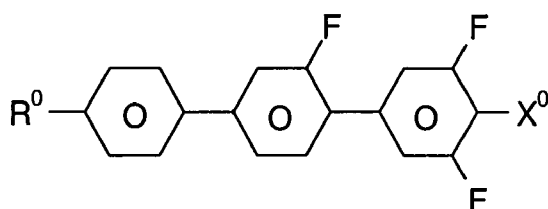
bedeuten.

X^0 ist vorzugsweise F, Cl, CF₃, CHF₂, OCF₃, OCHF₂, OCFHCF₃, OCFHCHF₂, OCFHCHF₂, OCF₂CH₃, OCF₂CHF₂, OCF₂CHF₂, OCF₂CF₂CHF₂, OCF₂CF₂CHF₂, OCF₂CF₂CHF₂, OCFHCF₂CF₃, OCFHCF₂CHF₂, OCF₂CF₂CF₃, OCF₂CF₂CCIF₂, OCCIFCF₂CF₃ oder CH=CF₂, besonders bevorzugt F oder OCF₃.

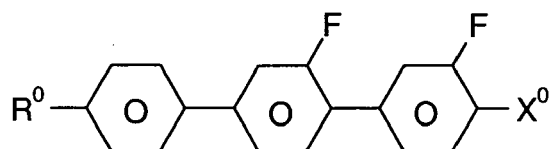
Die Verbindungen der Formel AA sind vorzugsweise ausgewählt aus den folgenden Formeln:



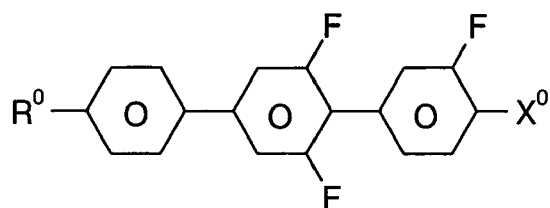
AA1



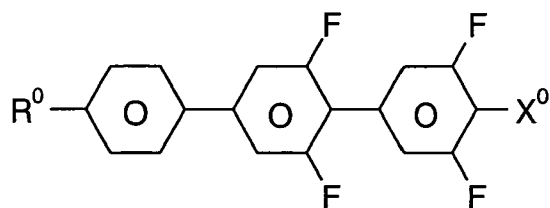
AA2



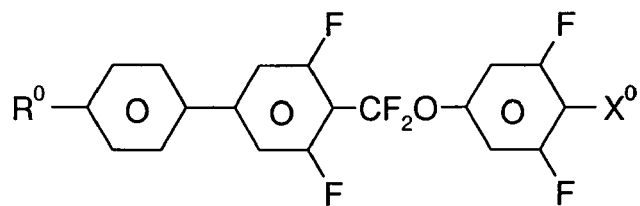
AA3



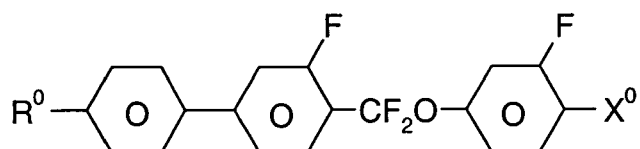
AA4



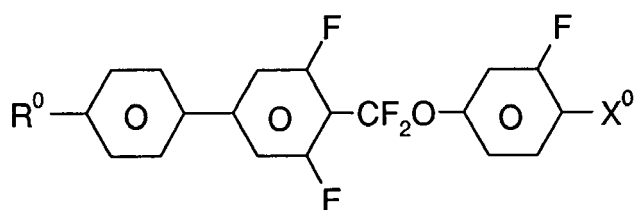
AA5



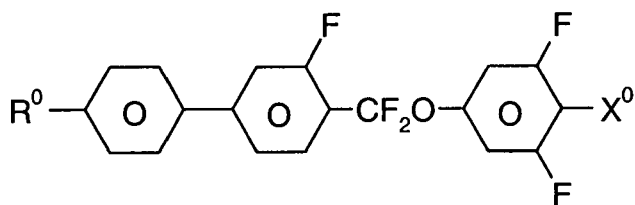
AA6



AA7



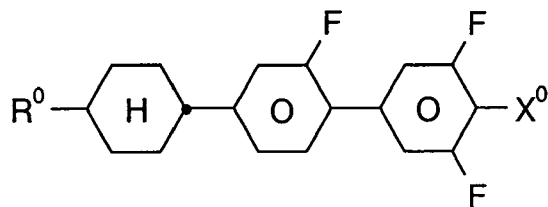
AA8



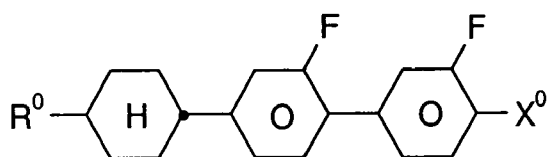
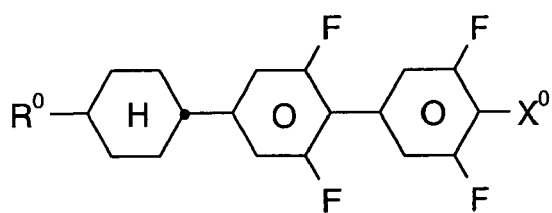
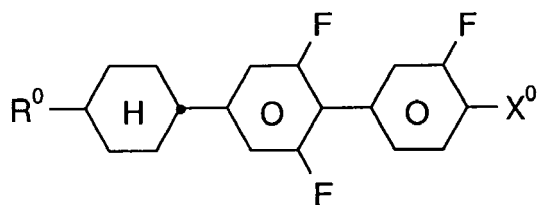
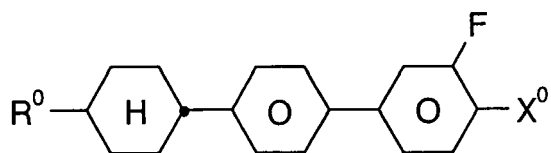
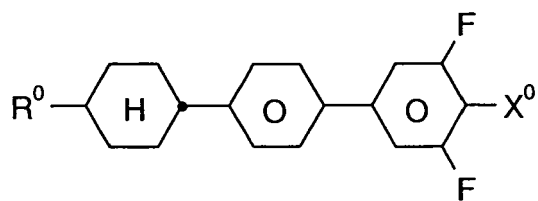
AA9

worin R^0 und X^0 die oben angegebene Bedeutung besitzen, und X^0 vorzugsweise F bedeutet. Besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formeln AA2 und AA6.

Die Verbindungen der Formel BB sind vorzugsweise ausgewählt aus den folgenden Formeln:



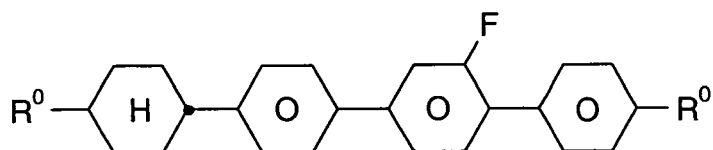
BB1



45

worin R^0 und X^0 die oben angegebene Bedeutung besitzen, und X^0 vorzugsweise F bedeutet. Besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formeln BB1, BB2 und BB5.

Die Verbindungen der Formel CC sind vorzugsweise ausgewählt aus den folgenden Formeln:



worin R⁰ bei jedem Auftreten gleich oder verschieden die oben angegebene Bedeutung besitzt, und vorzugsweise Alkyl mit 1 bis 6 C-Atomen bedeutet.

r) FK-Medium, welches 1 bis 5, vorzugsweise 1, 2 oder 3 polymerisierbare Verbindungen enthält.

s) FK-Medium, worin der Anteil an polymerisierbaren Verbindungen im Gesamtgemisch 0,05 bis 5 %, vorzugsweise 0,1 bis 1 % beträgt.

t) FK-Medium, welches 1 bis 8, vorzugsweise 1 bis 5 Verbindungen der Formel A und/oder B enthält, besonders bevorzugt ausgewählt aus den Formeln A1, A2, A3, A6, B5, B6, B9 und B10. Der Anteil dieser Verbindungen im Gesamtgemisch beträgt vorzugsweise von 5 bis 70 %, besonders bevorzugt 10 bis 40 %. Der Gehalt dieser einzelnen Verbindungen beträgt vorzugsweise jeweils 2 bis 60 %, besonders bevorzugt 2 bis 40 %.

u) FK-Medium, welches 1 bis 8, vorzugsweise 1 bis 5 Verbindungen ausgewählt aus den Formeln CY2, CY14 und PY2 enthält. Der Anteil dieser Verbindungen im Gesamtgemisch beträgt vorzugsweise 5 bis 60 %, besonders bevorzugt 10 bis 35 %. Der Gehalt dieser einzelnen Verbindungen beträgt vorzugsweise jeweils 2 bis 20 %.

v) FK-Medium, welches 1 bis 8, vorzugsweise 1 bis 5 Verbindungen ausgewählt aus den Formeln CY8, PY8 und B10 enthält. Der Anteil dieser Verbindungen im Gesamtgemisch beträgt vorzugsweise 5 bis 60 %, besonders bevorzugt 10 bis 35 %. Der Gehalt dieser einzelnen Verbindungen beträgt vorzugsweise jeweils 2 bis 20 %.

w) FK-Medium, welches 1 bis 8, vorzugsweise 1 bis 5 Verbindungen ausgewählt aus den Formeln CY9, PY7 und T2 enthält. Der Anteil dieser Verbindungen im Gesamtgemisch beträgt vorzugsweise 5 bis 50 %, besonders bevorzugt 10 bis 25 %. Der Gehalt dieser einzelnen Verbindungen beträgt vorzugsweise jeweils 2 bis 20 %.

x) FK-Medium, welches 1 bis 10, vorzugsweise 1 bis 8 Verbindungen ausgewählt aus den Formeln ZK1, ZK2, ZK3, ZK4, T1 und O1 enthält. Der Anteil dieser Verbindungen im Gesamtgemisch beträgt vorzugsweise 3 bis 45 %, besonders bevorzugt 5 bis 35 %. Der Gehalt dieser einzelnen Verbindungen beträgt vorzugsweise jeweils 2 bis 15 %.

y) FK-Medium, worin der Anteil an Verbindungen der Formel CY, PY und ZK im Gesamtgemisch mehr als 50 %, vorzugsweise mehr als 60 % beträgt.

z) FK-Medium, welches eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus den Formeln FI, N1-N10, CR und PH enthält. Der Anteil dieser Verbindungen im Gesamtgemisch beträgt vorzugsweise 2 bis 30 %. Der Gehalt dieser einzelnen Verbindungen beträgt vorzugsweise jeweils 1 bis 15 %.

[0097] Die Kombination von Verbindungen der oben genannten bevorzugten Ausführungsformen a)-z) mit den oben beschriebenen polymerisierten Verbindungen bewirkt in den erfindungsgemäßen FK-Medien niedrige Schwellenspannungen, niedrige Rotationsviskositäten und sehr gute Tieftemperaturstabilitäten bei gleichbleibend hohen Klärpunkten und hohen HR-Werten, und erlaubt die Einstellung eines Pretilt-Winkels in PS(A)-Anzeigen. Insbesondere zeigen die FK-Medien in PS(A)-Anzeigen im Vergleich zu den Medien aus dem Stand der Technik deutlich verringerte Schaltzeiten, insbesondere auch der Graustufenschaltzeiten.

[0098] Vorzugsweise weist die Flüssigkristallmischung einen nematischen Phasenbereich von mindestens 80 K, besonders bevorzugt von mindestens 100 K, und eine Rotationsviskosität von nicht mehr als 250, vorzugsweise nicht mehr als 200 mPa·s, bei 20°C auf.

[0099] Erfindungsgemäße FK-Medien zur Verwendung in Anzeigen des VA-Typs weisen eine negative dielektrische Anisotropie $\Delta\epsilon$ auf, vorzugsweise von etwa -0,5 bis -7,5, insbesondere von etwa -2,5 bis -5,5 bei 20°C und 1 kHz.

[0100] Erfindungsgemäße FK-Medien zur Verwendung in Anzeigen des OCB-Typs weisen eine positive dielektrische Anisotropie $\Delta\epsilon$ auf, vorzugsweise von etwa +7 bis +17 bei 20°C und 1 kHz.

[0101] Die Doppelbrechung Δn in erfindungsgemäßen FK-Medien zur Verwendung in Anzeigen des VA-Typs liegt vorzugsweise unter 0,16, besonders bevorzugt zwischen 0,06 und 0,14, insbesondere zwischen 0,07 und 0,12.

[0102] Die Doppelbrechung Δn in erfindungsgemäßen FK-Medien zur Verwendung in Anzeigen des OCB-Typs liegt vorzugsweise zwischen 0,14 und 0,22, insbesondere zwischen 0,16 und 0,22.

[0103] Die Dielektrika können auch weitere, dem Fachmann bekannte und in der Literatur beschriebene Zusätze enthalten. Beispielsweise können 0 bis 15 Gew.-% pleochroitische Farbstoffe zugesetzt werden, ferner Nanopartikel, Leitsalze, vorzugsweise Ethyl-dimethyldodecylammonium-4-hexoxy-benzoat, Tetrabutylammoniumtetraphenylborat oder Komplexsalze von Kronenethern (vgl. z.B. Haller et al., Mol. Cryst. Liq. Cryst. 24, 249-258 (1973)) zur Verbesserung der Leitfähigkeit, oder Substanzen zur Veränderung der dielektrischen Anisotropie, der Viskosität und/oder der Orien-

tierung der nematischen Phasen. Derartige Substanzen sind z.B. in DE-A 22 09 127, 22 40 864, 23 21 632, 23 38 281, 24 50 088, 26 37 430 und 28 53 728 beschrieben.

[0104] Die einzelnen Komponenten der bevorzugten Ausführungsformen a)-z) der erfindungsgemäßen FK-Medien sind entweder bekannt, oder ihre Herstellungsweisen sind für den einschlägigen Fachmann aus dem Stand der Technik ohne weiteres abzuleiten, da sie auf in der Literatur beschriebenen Standardverfahren basieren. Entsprechende Verbindungen der Formel CY werden beispielsweise in EP-A-0 364 538 beschrieben. Entsprechende Verbindungen der Formel ZK werden beispielsweise in DE-A-26 36 684 und DE-A-33 21 373 beschrieben.

[0105] Die Herstellung der erfindungsgemäß verwendbaren FK-Medien erfolgt in an sich üblicher Weise, beispielsweise indem man eine oder mehrere der oben genannten Verbindungen mit einer oder mehreren polymerisierbaren Verbindungen wie oben definiert, und ggf. mit weiteren flüssigkristallinen Verbindungen und/oder Additiven mischt. In der Regel wird die gewünschte Menge der in geringerer Menge verwendeten Komponenten in der den Hauptbestandteil ausmachenden Komponenten gelöst, zweckmäßig bei erhöhter Temperatur. Es ist auch möglich Lösungen der Komponenten in einem organischen Lösungsmittel, z.B. in Aceton, Chloroform oder Methanol, zu mischen und das Lösungsmittel nach Durchmischung wieder zu entfernen, beispielsweise durch Destillation. Das Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen FK-Medien ist ein weiterer Gegenstand der Erfindung.

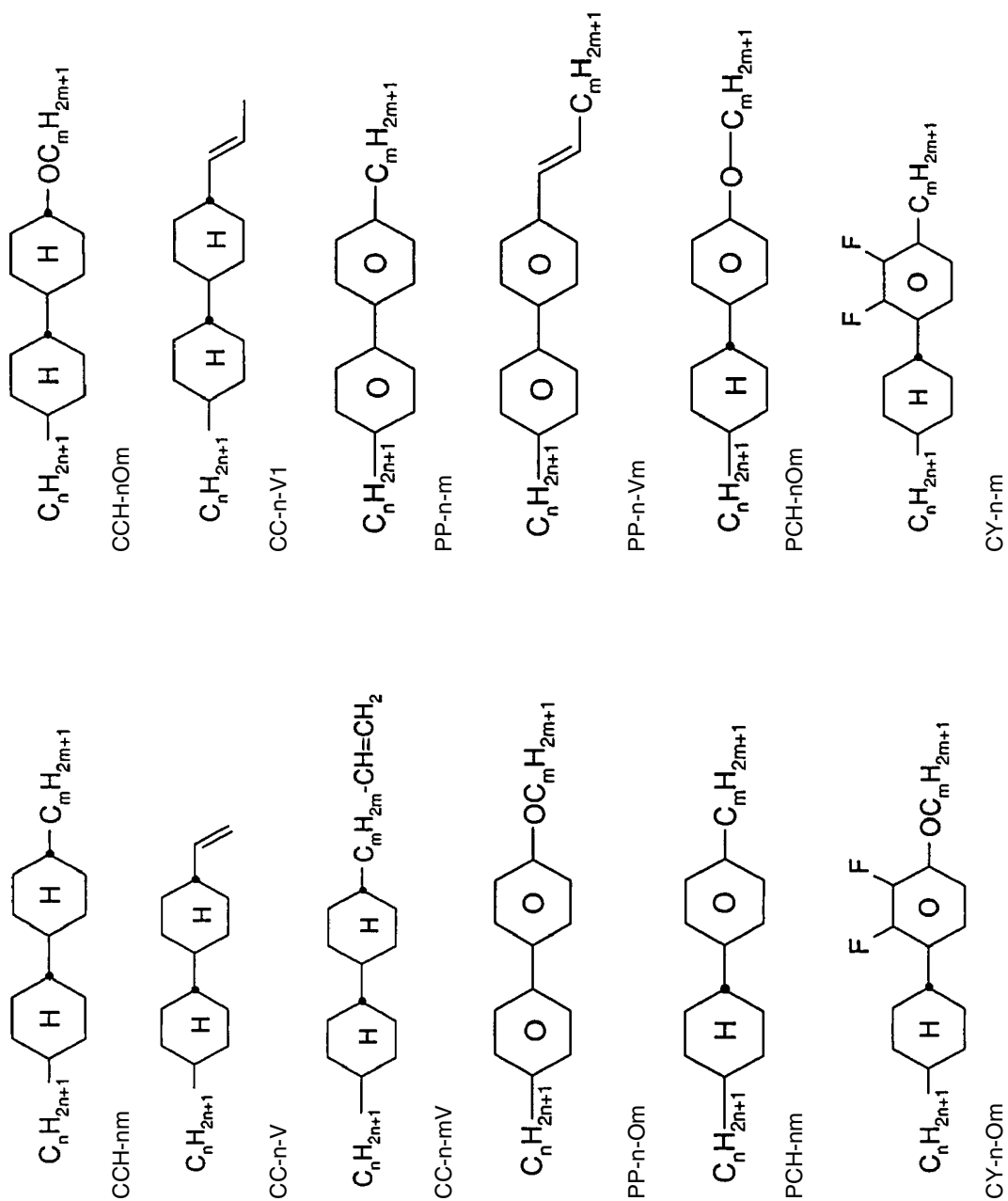
[0106] Es versteht sich für den Fachmann von selbst, dass die erfindungsgemäßen FK-Medien auch Verbindungen enthalten können, worin beispielsweise H, N, O, Cl, F durch die entsprechenden Isotope ersetzt sind.

[0107] Der Aufbau der erfindungsgemäßen FK-Anzeigen entspricht der für PS(A)-Anzeigen üblichen Geometrie, wie er im eingangs zitierten Stand der Technik beschrieben ist. Es sind Geometrien ohne Protrusions bevorzugt, insbesondere diejenigen, bei denen darüber hinaus die Elektrode auf der Colour Filter-Seite unstrukturiert ist und lediglich die Elektrode auf der TFT-Seite Schlitze aufweist. Besonders geeignete und bevorzugte Elektrodenstrukturen für PSA-VA-Anzeigen sind beispielsweise in US 2006/0066793 A1 beschrieben.

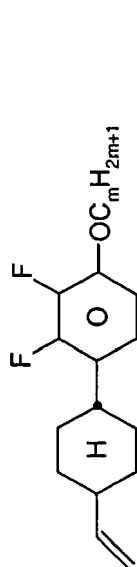
[0108] Die folgenden Beispiele erläutern die vorliegende Erfindung ohne sie zu begrenzen. Sie zeigen dem Fachmann jedoch bevorzugte Mischungskonzepte mit bevorzugt einzusetzenden Verbindungen und deren jeweiligen Konzentrationen sowie deren Kombinationen miteinander. Außerdem illustrieren die Beispiele, welche Eigenschaften und Eigenschaftskombinationen zugänglich sind.

[0109] Folgende Abkürzungen werden verwendet:
(n, m, z: jeweils unabhängig voneinander 1, 2, 3, 4, 5 oder 6)

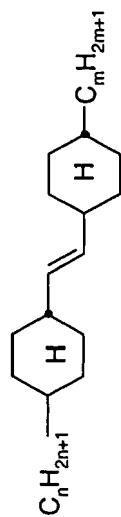
Tabelle A



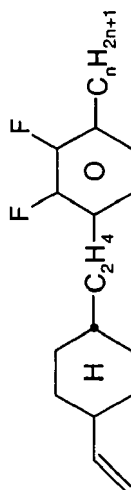
(fortgesetzt)



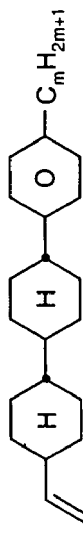
CY-V-Om



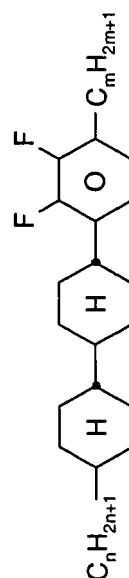
CVC-n-m



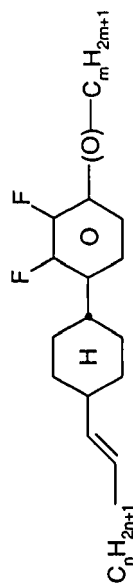
CEY-V-m



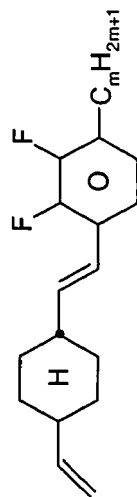
CCP-V-m



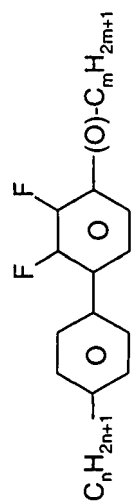
CCY-n-m



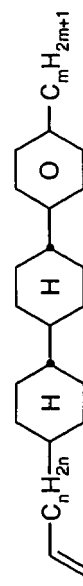
CY-nV-(O)m



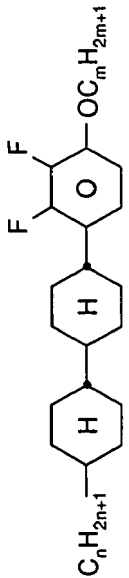
CVY-V-m



PY-n-(O)m

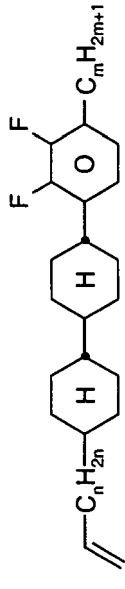


CCP-Vn-m

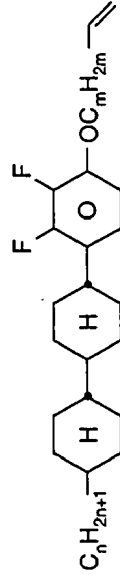


CCY-n-Om

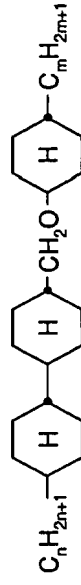
(fortgesetzt)



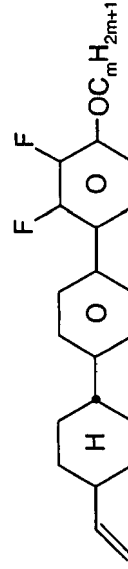
CCY-Vn-m



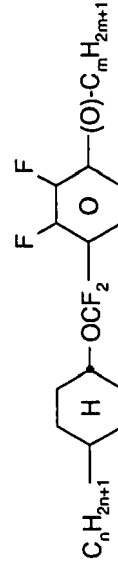
CCY-n-OmV



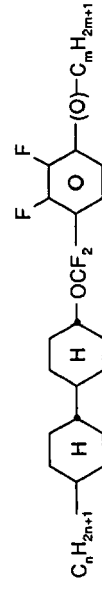
CCOC-n-m



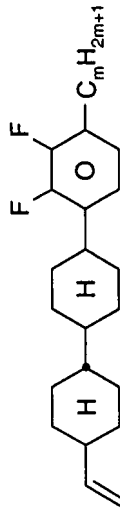
CPY-V-Om



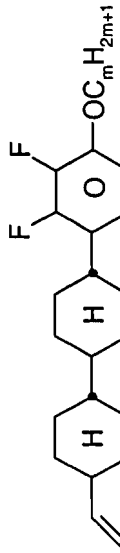
CQIY-n-(O)m



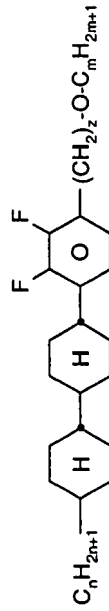
CCQIY-n-(O)m



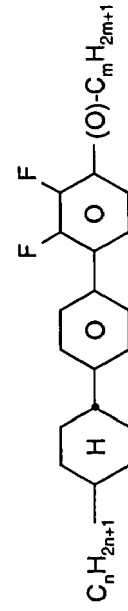
CCY-V-m



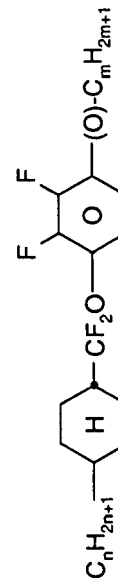
CCY-V-Om



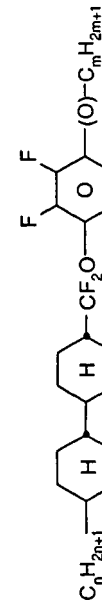
CCY-n-zOm



CPY-n-(O)m

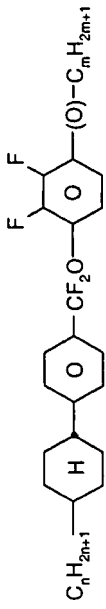


CQY-n-(O)m

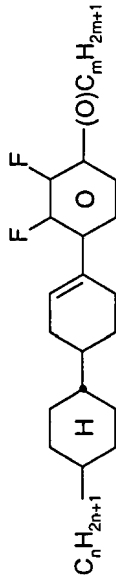


CCQY-n-(O)m

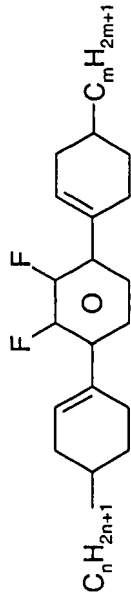
(fortgesetzt)



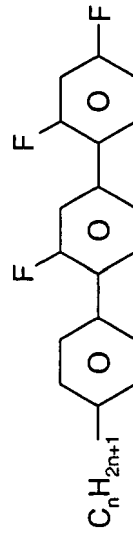
CPQY-n-(O)m



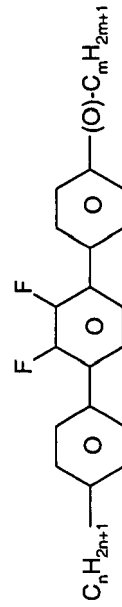
CLY-n-(O)m



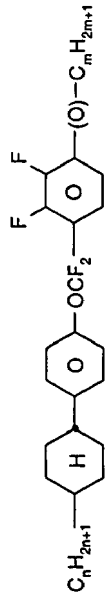
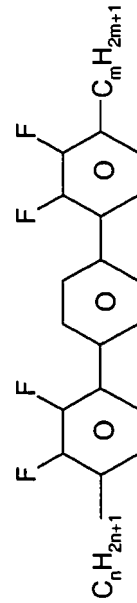
LYLI-n-m



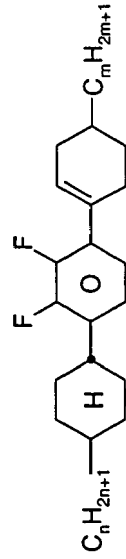
PGIGI-n-F



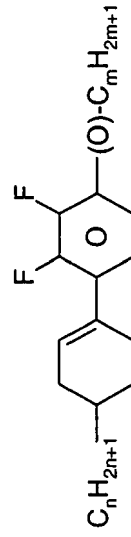
PYP-n-(O)m



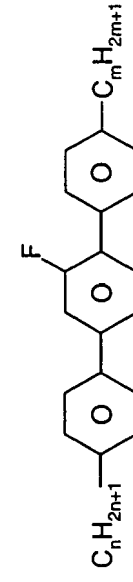
CPQIY-n-Om



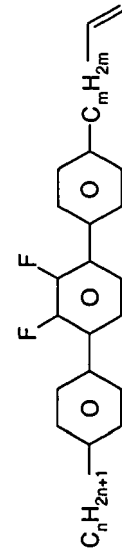
CYLI-n-m



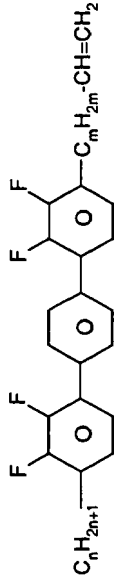
LY-n-(O)m



PGP-n-m



PYP-n-mV



5

10

15

20

25

30

35

40

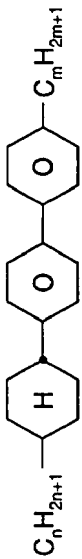
45

50

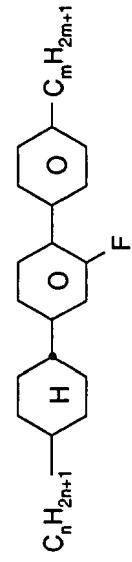
55

(fortgesetzt)

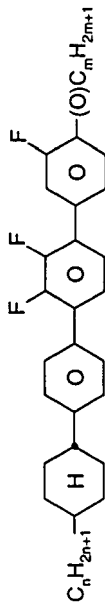
YPY-n-m



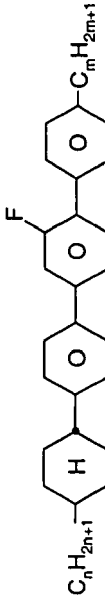
YPY-n-mV



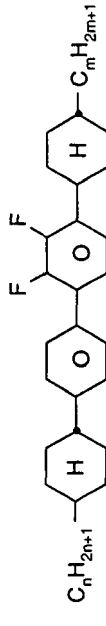
BCH-nm



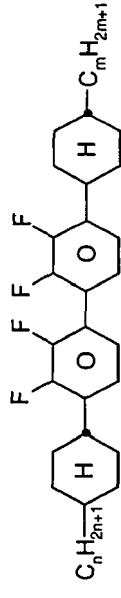
BCH-nmF



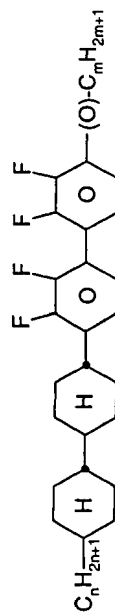
CPYP-n(O)m



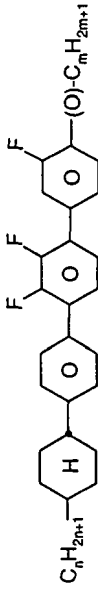
CPGP-n-m



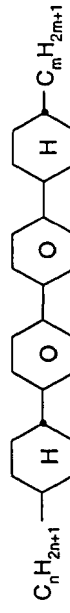
CPYC-n-m



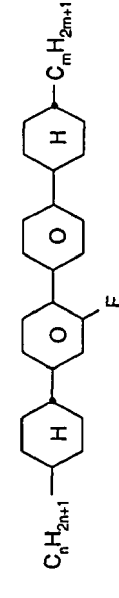
CYYC-n-m



CCYY-n-m



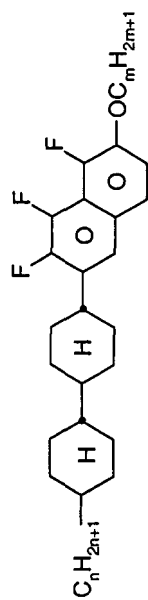
CPYG-n(O)m



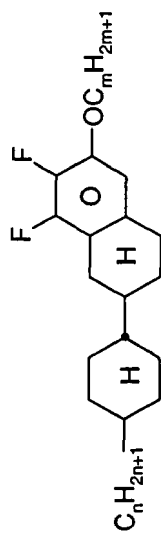
CBC-nm

CBC-nmF

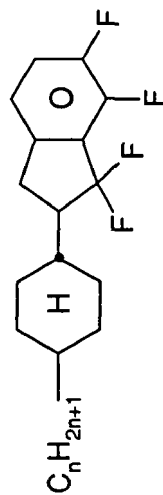
(fortgesetzt)



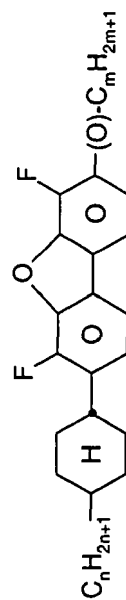
CCNap-n-Om



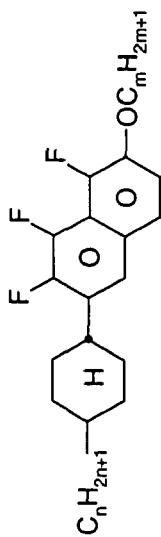
CTNap-n-Om



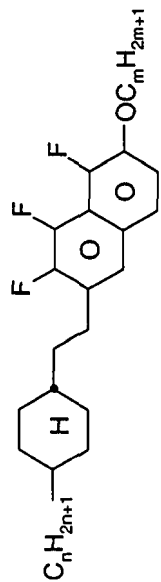
CK-n-F



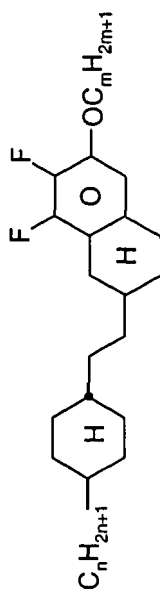
C-DFDBF-n-(O)m



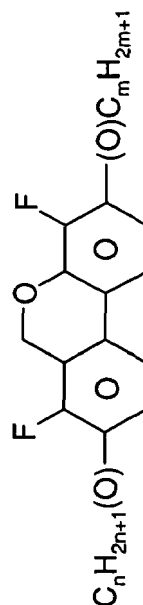
CNap-n-Om



CENap-n-Om



CETNap-n-Om



DFDBC-n(O)-(O)m

[0110] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten die erfindungsgemäßen FK-Medien eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Verbindungen der Tabelle A.

Tabelle B

[0111] In der Tabelle B werden mögliche Dotierstoffe angegeben, die den erfindungsgemäßen FK-Medien zugesetzt werden können.

5

10

15

20

25

30

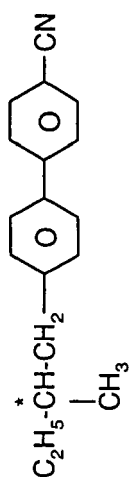
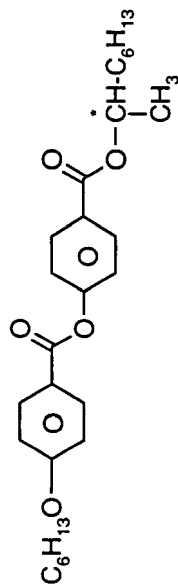
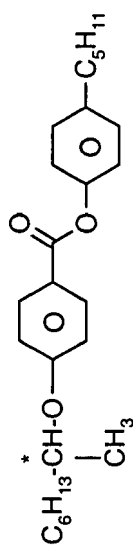
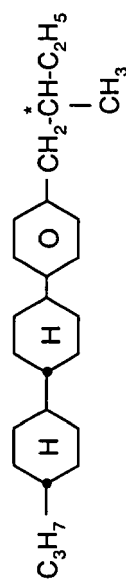
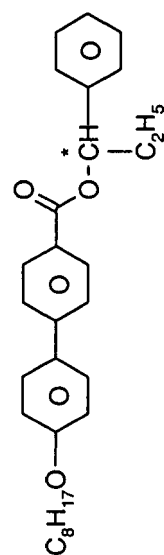
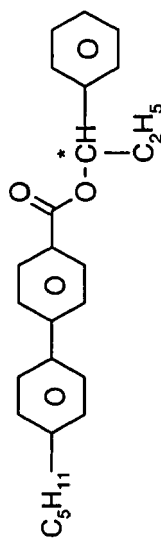
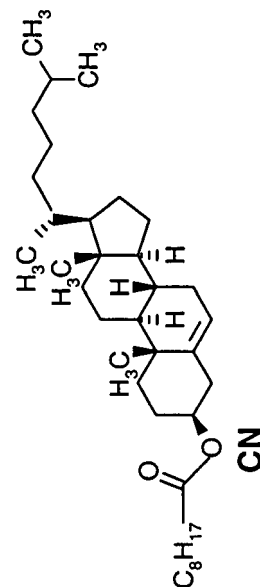
35

40

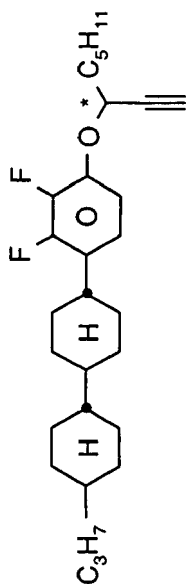
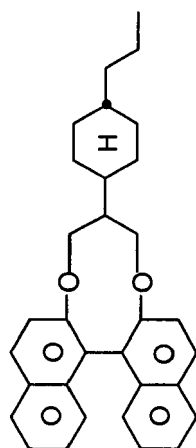
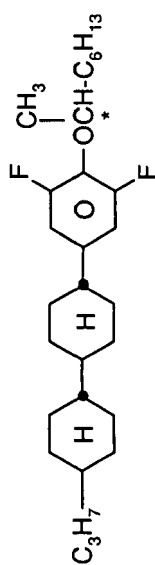
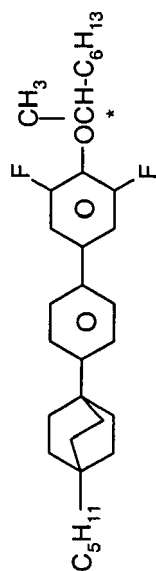
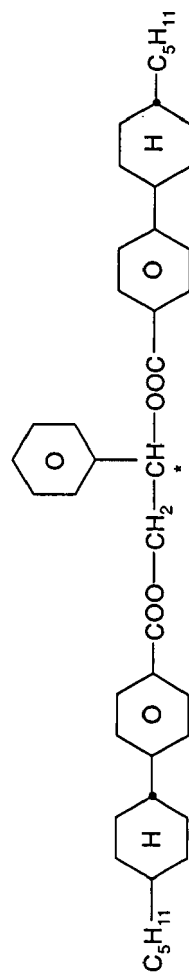
45

50

55

**CB 15****C 15****CM 21****CM 44****CM 47****R/S-811****CM 45**

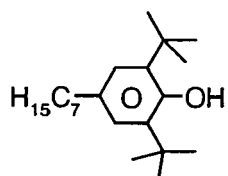
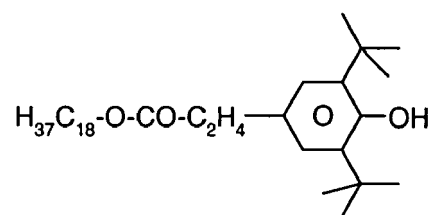
(fortgesetzt)

**R/S-3011****R/S-5011****R/S-2011****R/S-4011****R/S-1011**

10

15

20

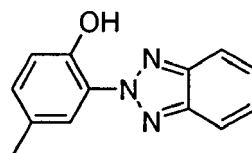
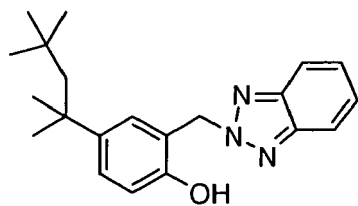
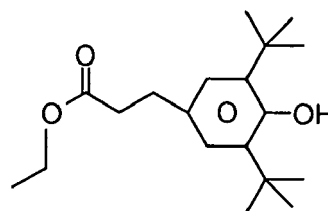
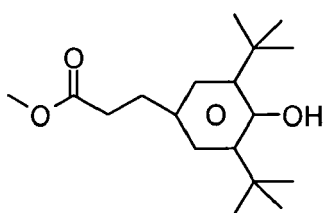
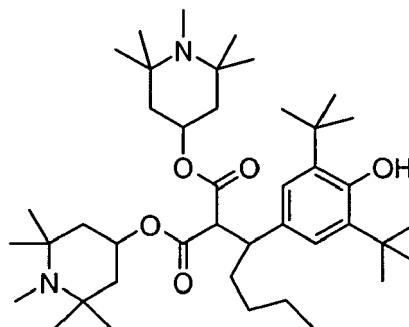
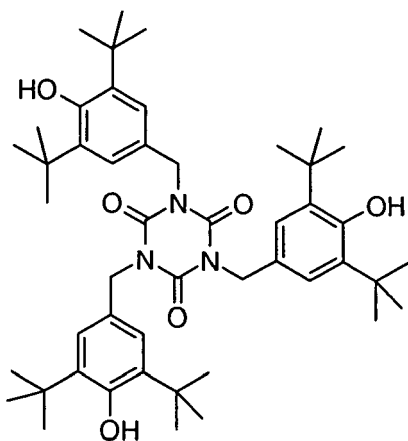
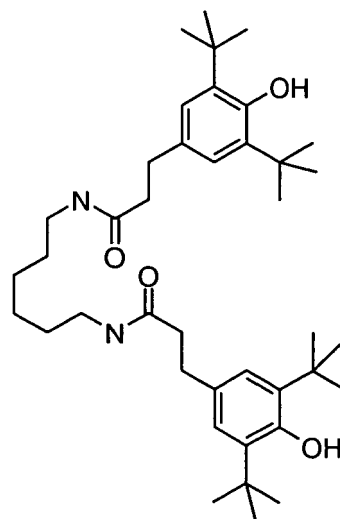
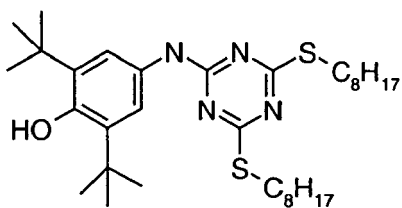


5



(fortgesetzt)

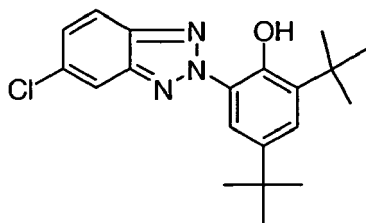
In der Tabelle C werden mögliche Stabilisatoren angegeben, die den erfindungsgemäßen FK-Medien zugesetzt werden können. (n bedeutet hier eine ganze Zahl von 1 bis 12)



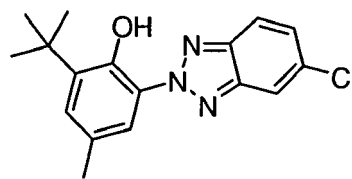
(fortgesetzt)

In der Tabelle C werden mögliche Stabilisatoren angegeben, die den erfindungsgemäßen FK-Medien zugesetzt werden können. (n bedeutet hier eine ganze Zahl von 1 bis 12)

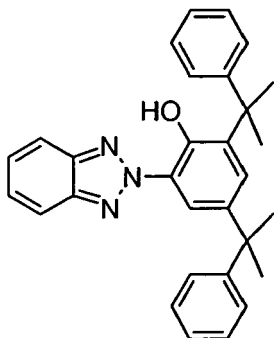
5



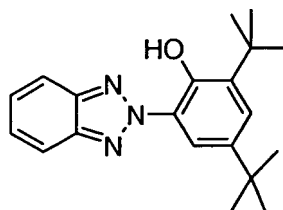
10



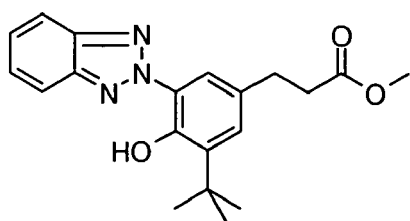
15



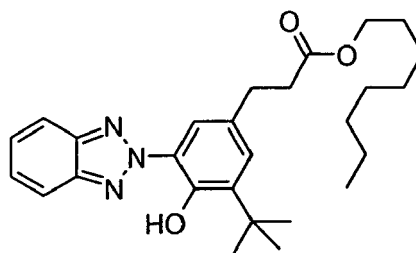
20



25



30



35

40

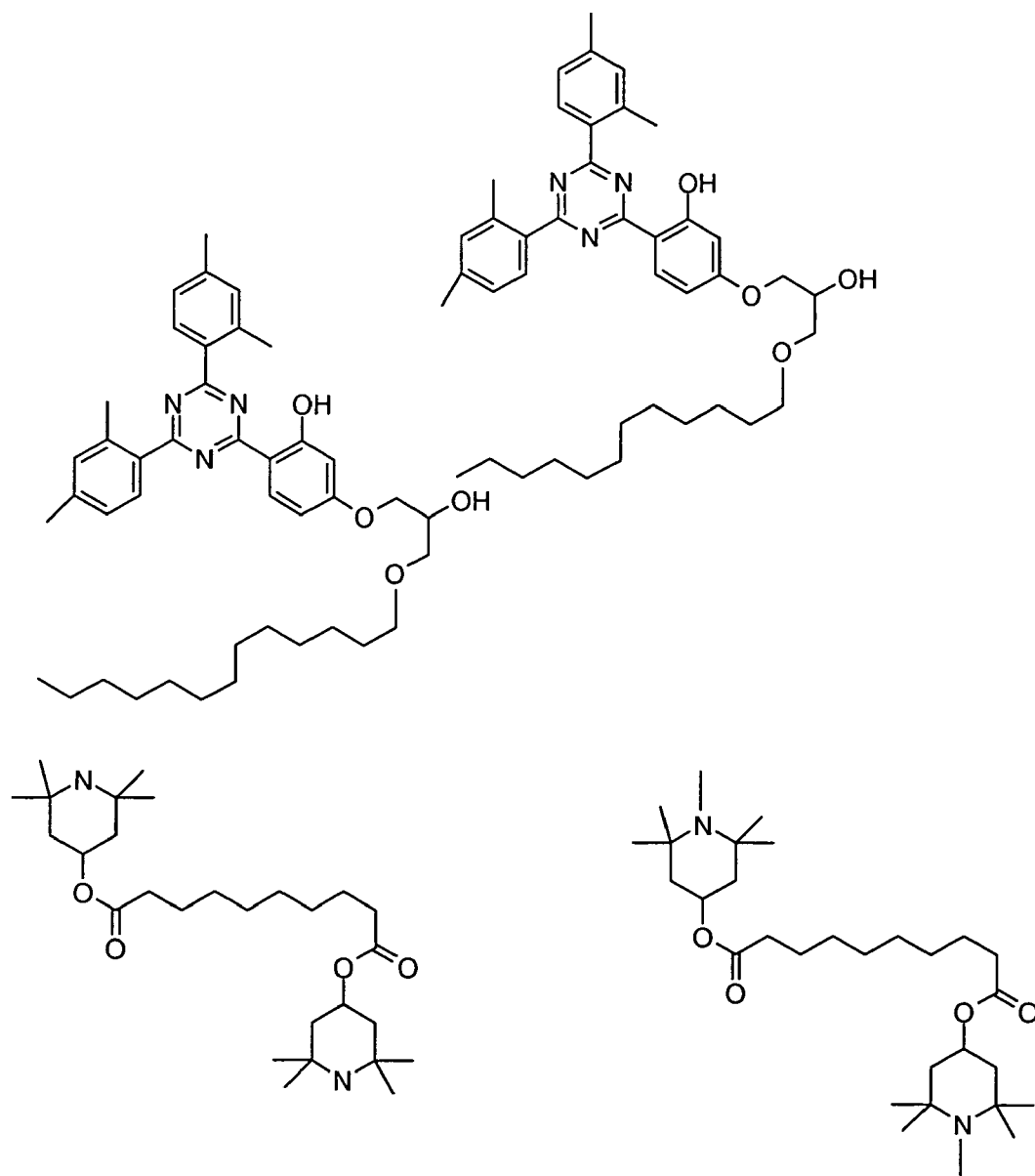
45

50

55

(fortgesetzt)

In der Tabelle C werden mögliche Stabilisatoren angegeben, die den erfindungsgemäßen FK-Medien zugesetzt werden können. (n bedeutet hier eine ganze Zahl von 1 bis 12)



[0113] Vorzugsweise enthalten die FK-Medien 0 bis 10 Gew.%, insbesondere 0,01 bis 5 Gew.% und besonders bevorzugt 0,1 bis 3 Gew.% an Stabilisatoren. Vorzugsweise enthalten die FK-Medien einen oder mehrere Stabilisatoren ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Verbindungen der Tabelle C.

[0114] Außerdem werden folgende Abkürzungen und Symbole verwendet:

V_o Schwellenspannung, kapazitiv [V] bei 20°C,
 n_e außerordentlicher Brechungsindex bei 20°C und 589 nm,
 n_o ordentlicher Brechungsindex bei 20°C und 589 nm,

Δn optische Anisotropie bei 20°C und 589 nm,
 ϵ_{\perp} dielektrische Suszeptibilität senkrecht zum Direktor bei 20°C und 1 kHz,
 ϵ_{\parallel} dielektrische Suszeptibilität parallel zum Direktor bei 20°C und 1 kHz,
 $\Delta\epsilon$ dielektrische Anisotropie bei 20°C und 1 kHz,

Kp., T(N,I)	Klärpunkt [°C],
γ_1	Rotationsviskosität bei 20°C [mPa·s],
K_1	elastische Konstante, "splay"-Deformation bei 20°C [pN],
K_2	elastische Konstante, "twist"-Deformation bei 20°C [pN],
K_3	elastische Konstante, "bend"-Deformation bei 20°C [pN],
LTS	"low temperature stability" (Phase), bestimmt in Testzellen,
HR ₂₀	"voltage holding ratio" bei 20°C [%] und
HR ₁₀₀	"voltage holding ratio" bei 100°C [%].

[0115] Soweit nicht explizit anders vermerkt, sind in der vorliegenden Anmeldung alle Konzentrationen in Gewichtsprozent angegeben, und beziehen sich auf die entsprechende Mischung oder Mischungskomponente soweit nicht explizit anders angegeben.

[0116] Soweit nicht explizit anders vermerkt, sind in der vorliegenden Anmeldung alle angegebenen Werte für Temperaturen, wie z. B. der Schmelzpunkt T(C,N), der Übergang von der smektischen (S) zur nematischen (N) Phase T(S,N) und der Klärpunkt T(N,I), in Grad Celsius (°C) angegeben. Fp. bedeutet Schmelzpunkt, Kp. = Klärpunkt. Ferner bedeuten K = kristalliner Zustand, N = nematische Phase, S = smektische Phase und I = isotrope Phase. Die Angaben zwischen diesen Symbolen stellen die Übergangstemperaturen dar.

[0117] Alle physikalischen Eigenschaften werden und wurden nach "Merck Liquid Crystals, Physical Properties of Liquid Crystals", Status Nov. 1997, Merck KGaA, Deutschland bestimmt und gelten für eine Temperatur von 20°C und Δn wird bei 589 nm und $\Delta \epsilon$ bei 1 kHz bestimmt, sofern nicht jeweils explizit anders angegeben.

[0118] Der Begriff "Schwellenspannung" bezieht sich für die vorliegende Erfindung auf die kapazitive Schwelle (V_0), auch Freedericksz-Schwelle genannt, sofern nicht explizit anders angegeben. In den Beispielen kann auch, wie allgemein üblich, die optische Schwelle für 10 % relativen Kontrast (V_{10}) angegeben werden.

[0119] Die zur Messung der kapazitiven Schwellenspannung verwendete Anzeige weist zwei planparallele Trägerplatten im Abstand von 4 μm und Elektrodenschichten mit darüberliegenden Orientierungsschichten aus geriebenem Polyimid auf den Innenseiten der Trägerplatten auf, welche eine homöotrope Randoorientierung der Flüssigkristallmoleküle bewirken.

[0120] Die polymerisierbaren Verbindungen werden in der Anzeige durch UV-Bestrahlung bei vorgegebener Zeit polymerisiert, wobei gleichzeitig eine Spannung an die Anzeige angelegt wird (üblicherweise 10V bis 30V Wechselstrom, 1 kHz). In den Beispielen wurde, falls nicht anders angegeben, eine Quecksilberdampf Lampe mit 28 mW/cm² verwendet, die Intensität wurde mit einem Standard-UV-Meter (Fabrikat Ushio UNI meter) gemessen, der mit einem Bandpassfilter bei 365nm ausgerüstet ist.

[0121] Der Tiltwinkel wird per Drehkristall-Experiment (Autronic-Melchers TBA-105) bestimmt. Ein kleiner Wert (d.h. eine große Abweichung vom 90°-Winkel) entspricht dabei einem großen Tilt.

[0122] Falls nicht anders beschrieben werden in den nachfolgenden Beispielen die Messungen des Tiltwinkels wie folgt durchgeführt: Zur FK-Host-Mischung werden 0.3% einer polymerisierbaren monomeren Verbindung zugesetzt, und die dadurch entstandene Mischung in VA-e/o-Testzellen gefüllt (90° gerieben, Orientierungsschicht VA-Polyimid, Schichtdicke d=4 μm). Unter Anlegen einer Spannung U=24V (Wechselstrom) wird die Zelle 2 Minuten lang mit UV-Licht der Intensität I=50mW/cm² bestrahlt, dadurch erfolgt Polymerisation der monomeren Verbindung. Gegebenenfalls wird in einem zweiten Versuch der FK/Monomer-Mischung noch zusätzlich 0.006% des Photoinitiators Irgacure-651 zugesetzt und die Belichtungszeit auf 2 Minuten verkürzt. Vor und nach der UV-Bestrahlung wird per Drehkristall-Experiment (Autronic-Melchers TBA-105) der Tiltwinkel bestimmt. Ein kleiner Wert (d.h. eine große Abweichung vom 90°-Winkel) entspricht dabei einem großen Tilt.

[0123] Der HR -Wert wird wie folgt gemessen: Zur FK-Host-Mischung werden 0.3% einer polymerisierbaren monomeren Verbindung zugesetzt, und die dadurch entstandene Mischung in TN-VHR-Testzellen gefüllt (90° gerieben, Orientierungsschicht TN-Polyimid, Schichtdicke d=4 μm). Der HR-Wert wird nach 5min bei 100°C vor und nach 2h UV-Belastung (suntest) bei 1V, 60Hz, 64 μs pulse bestimmt (Messgerät: Autronic-Melchers VHRM-105).

Beispiel 1

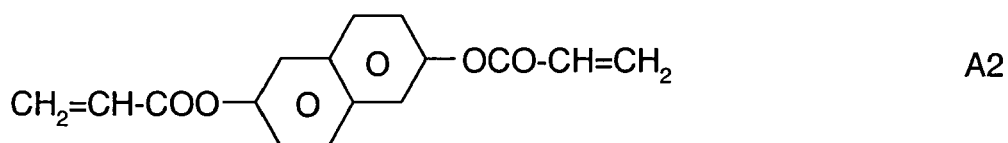
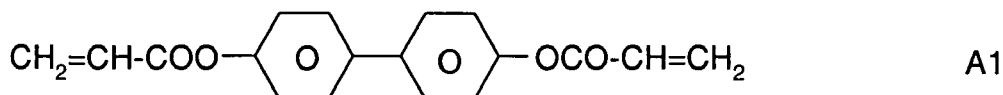
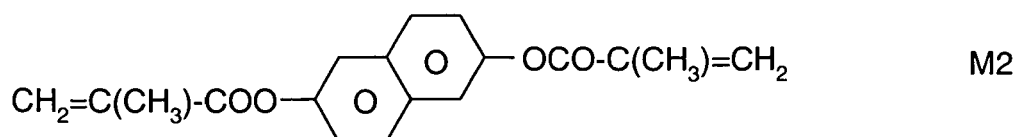
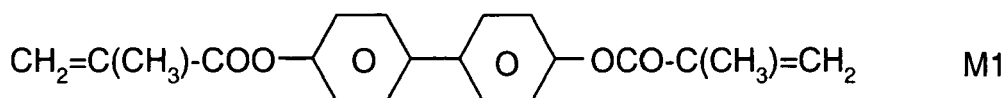
[0124] Die nematische FK-Host-Mischung N1 wird wie folgt formuliert

CY-3-04	23,50 %	Kp.	+ 86,5
CCY-3-02	8,00 %	Δn	0,1199
CCY-3-03	8,00 %	$\Delta \epsilon$	- 4,1
CCY-4-02	1,50 %	$\epsilon_{ }$	3,7
CPY-2-02	10,00 %	K_3/K_1	1,03

(fortgesetzt)

CPY-3-O2	10,00 %	γ_1	176
PYP-2-3	12,00 %	V_0	2,05
PYP-2-4	2,50 %		
CCP-V-1	1,50 %		
CC-3-V1	8,00 %		
CC-5-V	15,00 %		

[0125] Durch Zugabe von 0.3 % der Methacrylatverbindungen M1 und M2 zur FK-Host-Mischung N1 werden die erfindungsgemäßen polymerisierbaren Mischungen MM1 und MM2 hergestellt. Durch Zugabe von 0.3 % der strukturen analogen Acrylatverbindungen A1 und A2 zu N1 werden außerdem die polymerisierbaren Vergleichsmischungen MA1 und MA2 hergestellt.



[0126] Für alle Mischungen wird der HR bei 100°C (nach 5 Minuten Temperierzeit) wie oben angegeben vor und nach UV-Belastung gemessen. Für die polymerisierbaren Mischungen wird außerdem der Tiltwinkel nach Polymerisation wie oben angegeben bestimmt (ohne Photoinitiator). Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1

Mischung	Monomer	HR [%]		Tilt [°]
		vor UV	nach 2h UV	
N1	-	81.6	59.7	-
MM1	M1	79.8	75.2	75.7
MM2	M2	79.3	69.6	78.9

EP 2 053 113 A1

(fortgesetzt)

Mischung	Monomer	HR [%]		Tilt [°]
		vor UV	nach 2h UV	
MA1	A1	79.3	47.4	88.2
MA2	A2	80.6	34.0	87.0

[0127] Wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist, zeigen die erfindungsgemäßen Mischungen MM1 und MM2 mit Methacrylaten deutlich höhere VHR-Werte nach UV-Belastung als die Vergleichsmischungen MA1 und MA2 mit Acrylaten. Zudem zeigen die erfindungsgemäßen Mischungen MM1 und MM2 mit Methacrylaten deutlich ausgeprägtere Tiltwinkel (d.h. geringere °-Werte) als die Vergleichsmischungen MA1 und MA2 mit Acrylaten.

Beispiel 2

[0128] Die nematische FK-Mischung N2 wird wie folgt formuliert

CCH-501	9,00 %	Kp.	+ 70,0
CCH-35	14,00 %	Δ	0,0825
PCH-53	8,00 %	$\Delta\epsilon$	- 3,5
CY-3-04	14,00 %	$\epsilon_{ }$	3,5
CY-5-04	13,00%	K_3/K_1	1,00
CCY-3-O2	8,00%	γ_1	141
CCY-5-O2	8,00 %	V_0	2,06
CCY-2-1	9,00 %		
CCY-3-1	9,00 %		
CPY-2-02	8,00 %		

[0129] Durch Zugabe von jeweils 10% der Alkenylverbindungen CC-3-V, CC-4-V, CC-5-V, CC-1-V3, CC-3-V1, sowie der homologen Verbindung CCH-34 ohne Alkenylgruppe, zur FK-Mischung N2 werden die FK-HostMischungen N3-N8 hergestellt.

[0130] Durch Zugabe von 0.3 % der Methacrylatverbindung M1 zu den HostMischungen N3-N8 werden die erfindungsgemäßen polymerisierbaren Mischungen MM3-MM8 hergestellt.

[0131] Der Tiltwinkel der Mischungen nach Polymerisation wird wie oben angegeben bestimmt (ohne Photoinitiator). Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2

Host-Mischung	Mischung	zuge setzte Verbindung		Tilt [°]
		Acronym	Konzentration	
N3	MM3	CC-3-V	10 %	82.9
N4	MM4	CC-4-V	10 %	82.7
N5	MM5	CC-5-V	10 %	82.7
N6	MM6	CC-1-V3	10 %	83.3
N7	MM7	CC-3-V1	10 %	82.7
N8	MM8	CCH-34	10 %	82.5

[0132] Wie aus Tabelle 2 ersichtlich ist, zeigen alle erfindungsgemäßen Mischungen MM3-MM8 einen deutlich ausgeprägten Tiltwinkel (d.h. kleine Werte zwischen 82° und 84°). Dabei ist der Tiltwinkel für alle Alkenylverbindungen ungefähr gleich, und auch nur geringfügig kleiner als in der Mischung mit der "Nicht-Alkenylverbindung" CCH-34. In den erfindungsgemäßen Mischungen wird also durch den Zusatz von verschiedenen Alkenylverbindungen, bei gleichzeitiger Verwendung von Methacrylaten als polymerisierbare Komponente, nur ein geringer negativer Einfluss auf den Tiltwinkel festgestellt.

Beispiel 3

[0133] Durch Zugabe von 20% der Alkenylverbindung CC-3-V zur FK-Mischung N2 aus Beispiel 2 wird die FK-Host-Mischung N9 hergestellt.

[0134] Durch Zugabe von 0.3 % der Methacrylatverbindungen M1 und M2 zur FK-Host-Mischung N2 bzw. N9 werden die erfindungsgemäßen polymerisierbaren Mischungen MM9-MM12 hergestellt. Durch Zugabe von 0.3 % der strukturanalogen Acrylatverbindungen A1 und A2 zu N2 bzw. N9 werden außerdem die polymerisierbaren Vergleichsmischungen MA3-MA6 hergestellt.

[0135] Für alle Mischungen wird der HR wie oben angegeben vor und nach UV-Belastung gemessen. Für die polymerisierbaren Mischungen wird außerdem der Tiltwinkel nach Polymerisation wie oben angegeben bestimmt (ohne Photoinitiator). Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3

Mischung	Host*	Monomer	HR [%]		Tilt [°]
			vor UV	nach 2h UV	
N2	-	-	92.5	88.1	-
N9	N2	-	98.2	96.3	-
MM9	N2	M1	93.6	93.2	85.2
MM10	N9	M1	97.8	91.0	86.7
MM11	N2	M2	93.1	94.2	81.4
MM12	N9	M2	97.9	89.5	83.8
MA3	N2	A1	93.8	80.2	88.2
MA4	N9	A1	97.8	67.8	89.5
MA5	N2	A2	93.1	91.1	84.2
MA6	N9	A2	97.0	55.0	89.9
* N9 = N2 + 20% CC-3-V					

[0136] Wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist, zeigen die erfindungsgemäßen Mischungen MM9-MM12 mit Methacrylaten generell deutlich höhere HR-Werte nach UV-Belastung sowie deutlich höhere Tiltwinkel (d.h. geringere °-Werte) als die analogen Vergleichsmischungen MA3-MA6 mit Acrylaten.

[0137] Außerdem zeigt Tabelle 3, dass die reine FK-Hostmischung N9 (mit der Alkenylverbindung CC-3-V) im Vergleich zur reinen FK-Hostmischung N2 (ohne Alkenylverbindung) einen höheren HR-Wert aufweist. Durch Zusatz einer polymerisierbaren Verbindung wird dieser HR-Wert bei der alkenylhaltigen FK-Hostmischung N9 (mit Alkenylverbindung) teilweise deutlich verringert. Im Gegensatz dazu wird der HR-Wert bei N2 durch Zusatz der polymerisierbaren Verbindung teilweise sogar erhöht. Die Verringerung des HR-Werts von N9 ist aber bei Verwendung der Methacrylaten M1 und M2 deutlich schwächer ausgeprägt als bei den Acrylaten A1 und A2.

[0138] Die Verwendung von Methacrylaten hilft also, den Abfall des HR bei alkenylhaltigen FK-Hostmischungen in der PS(A)-Anzeige zu begrenzen.

Beispiel 4

[0139] Durch Zugabe von 10% der Verbindung CLY-3-03 (mit einer Cyclohexenylgruppe) zur FK-Mischung N2 aus Beispiel 2 wird die FK-Host-Mischung N10 hergestellt.

[0140] Durch Zugabe von 0.3 % der Methacrylatverbindung M2 zur FK-Host-Mischung N2 bzw. N10 werden die erfindungsgemäßen polymerisierbaren Mischungen MM13 und MM14 hergestellt. Durch Zugabe von 0.3 % der Acrylatverbindung A1 zu N2 bzw. N10 werden außerdem die polymerisierbaren Vergleichsmischungen MA7 und MA8 hergestellt.

[0141] Für die polymerisierbaren Mischungen wird der Tiltwinkel nach Polymerisation wie oben angegeben bestimmt (ohne Photoinitiator). Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

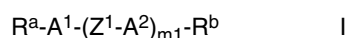
Tabelle 4

Mischung	Host*	Monomer	Tilt [°]
MM13	N2	M2	81.4
MM14	N10	M3	80.7
MA7	N2	A1	88.2
MA8	N10	A1	89.5
* N10 = N2 + 10% CLY-3-03			

[0142] Die erfindungsgemäßen Mischungen MM13 und MM14 mit Methacrylaten zeigen deutlich ausgeprägtere Tiltwinkel (d.h. geringere °-Werte) als die Vergleichsmischungen MA7 und MA8 mit Acrylaten.

Patentansprüche

1. Flüssigkristall- (FK)-Medium enthaltend eine oder mehrere polymerisierbare Verbindungen, wobei alle im FK-Medium vorhandenen polymerisierbaren Verbindungen ausschließlich Methacrylatgruppen als polymerisierbare Gruppen aufweisen, sowie eine oder mehrere niedermolekulare mesogene oder flüssigkristalline Verbindungen mit einer oder mehreren Alkenylgruppen, welche gegenüber einer Polymerisationsreaktion unter den zur Polymerisation der Methacrylatgruppen verwendeten Bedingungen stabil sind.
2. FK-Medium nach Anspruch 1, enthaltend eine polymerisierbare Komponente A), enthaltend eine oder mehrere polymerisierbare Verbindungen, wobei alle im FK-Medium vorhandenen polymerisierbaren Verbindungen ausschließlich Methacrylatgruppe(n) als polymerisierbare Gruppe(n) enthalten, und eine flüssigkristalline Komponente B) enthaltend eine oder mehrere niedermolekulare Verbindungen, darunter mindestens eine mesogene oder flüssigkristalline Verbindung mit einer oder mehreren Alkenylgruppen, welche gegenüber einer Polymerisationsreaktion unter den zur Polymerisation der Methacrylatgruppen verwendeten Bedingungen stabil sind.
3. FK-Medium nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die polymerisierbare Komponente eine oder mehrere polymerisierbare Verbindungen mit einer Methacrylatgruppe (monoreaktiv) und eine oder mehrere polymerisierbare Verbindungen mit zwei oder mehr Methacrylatgruppen (di- oder multireaktiv) enthält.
4. FK-Medium nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die polymerisierbare Komponente ausschließlich polymerisierbare Verbindungen mit zwei Methacrylatgruppen (direaktiv) enthält.
5. FK-Medium nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die polymerisierbaren Verbindungen aus Formel I ausgewählt sind:



worin die einzelnen Reste folgende Bedeutung haben

A¹ und A² jeweils unabhängig voneinander eine aromatische, heteroaromatische, alicyclische oder heterocyclische Gruppe, vorzugsweise mit 4 bis 25 C-Atomen, welche auch anellierte Ringe enthalten kann, und welche optional durch L ein- oder mehrfach substituiert ist,

Z¹ bei jedem Auftreten gleich oder verschieden -O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -OCO-, -O-CO-O-, -OCH₂-, -CH₂O-, -SCH₂-, -CH₂S-, -CF₂O-, -OCF₂-, -CF₂S-, -SCF₂-, -(CH₂)_{n1}-, -CF₂CH₂-, -CH₂CF₂-, -(CF₂)_{n1}-, -CH=CH-, -CF=CF-, -C=C-, -CH=CH-COO-, -OCO-CH=CH-, CR⁰R⁰⁰ oder eine Einfachbindung,

L, R^a und R^b jeweils unabhängig voneinander H, Halogen, SF₅, NO₂, eine Kohlenstoffgruppe oder Kohlenwasserstoffgruppe, wobei die Verbindungen mindestens einen Rest L, R^a und R^b enthalten, der eine Gruppe P-Sp- bedeutet oder enthält,

R⁰ und R⁰⁰ jeweils unabhängig voneinander H oder Alkyl mit 1 bis 12 C-Atomen,

P CH₂=C(CH₃)-COO-,

Sp eine Abstandsgruppe oder eine Einfachbindung,

m1 0, 1, 2, 3 oder 4,

n1 1, 2, 3 oder 4.

6. FK-Medium nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** A¹, A², Z¹, Sp und m1 die in Anspruch 5 angegebene Bedeutung haben, und

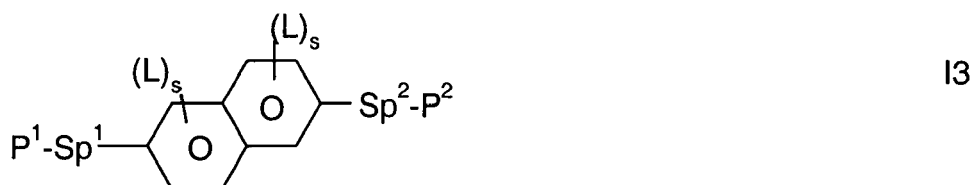
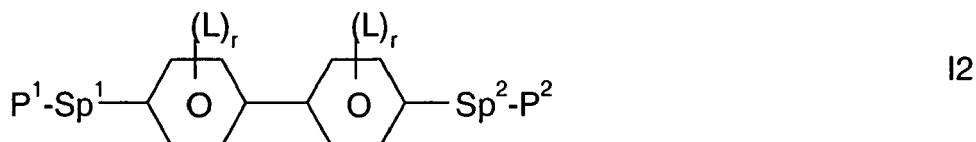
A¹ und A² jeweils unabhängig voneinander 1,4-Phenylen, Naphthalin-1,4-diyl oder Naphthalin-2,6-diyl, wobei in diesen Gruppen auch eine oder mehrere CH-Gruppen durch N ersetzt sein können, Cyclohexan-1,4-diyl, worin auch eine oder mehrere nicht-benachbarte CH₂-Gruppen durch O und/oder S ersetzt sein können, 1,4-Cyclohexenyl, Bicyclo[1.1.1]pentan-1,3-diyl, Bicyclo[2.2.2]octan-1,4-diyl, Spiro[3.3]heptan-2,6-diyl, Piperidin-1,4-diyl, Decahydronaphthalin-2,6-diyl, 1,2,3,4-Tetrahydronaphthalin-2,6-diyl, Indan-2,5-diyl oder Octahydro-4,7-methano-indan-2,5-diyl, wobei alle diese Gruppen unsubstituiert oder durch L ein- oder mehrfach substituiert sein können,

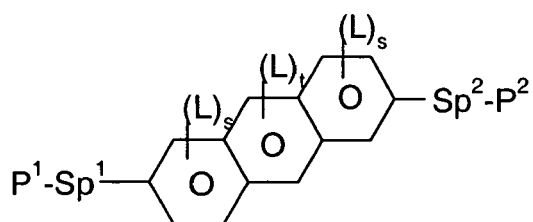
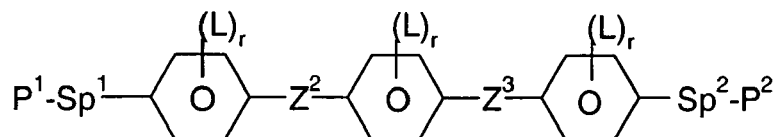
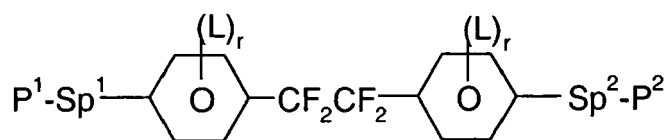
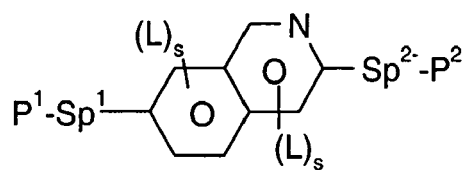
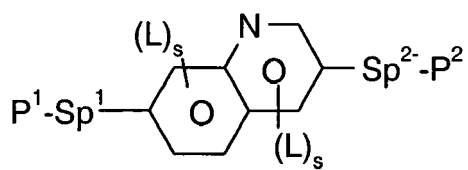
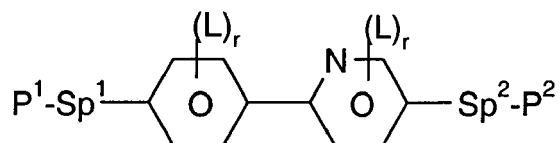
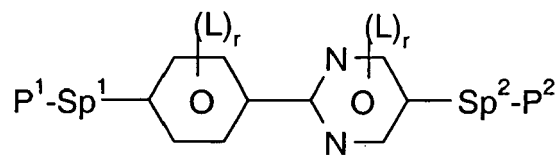
L P-Sp-, OH, CH₂OH, F, Cl, Br, I, -CN, -NO₂, -NCO, -NCS, -OCN, -SCN, -C(=O)N(R^x)₂, -C(=O)Y¹, -C(=O)R^x, -N(R^x)₂, optional substituiertes Silyl, optional substituiertes Aryl mit 6 bis 20 C-Atomen, oder geradkettiges oder verzweigtes Alkyl, Alkoxy, Alkylcarbonyl, Alkoxy-carbonyl, Alkylcarbonoxy oder Alkoxy-carbonyloxy mit 1 bis 25 C-Atomen, worin auch ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl oder P-Sp ersetzt sein können, Y¹ Halogen,

R^x P-Sp-, H, Halogen, geradkettiges, verzweigtes oder cyclisches Alkyl mit 1 bis 25 C-Atomen, worin auch eine oder mehrere nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch -O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -O-CO-, -O-CO-O- so ersetzt sein können, dass O- und/oder S-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind, und worin auch ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl oder P-Sp ersetzt sein können, eine optional substituierte Aryl- oder Aryloxygruppe mit 6 bis 40 C-Atomen, oder eine optional substituierte Heteroaryl- oder Heteroaryloxygruppe mit 2 bis 40 C-Atomen, R^a und R^b jeweils unabhängig voneinander P-Sp-, H, L wie oben definiert, oder geradkettiges oder verzweigtes Alkyl mit 1 bis 25 C-Atomen, worin auch eine oder mehrere nicht benachbarte CH₂-Gruppen jeweils unabhängig voneinander durch -C(R^x)=C(R^x)-, -C≡C-, -N(R^x)-, -O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -O-CO-, -O-CO-O- so ersetzt sein können, dass O- und/oder S-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind, und worin auch ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN oder P-Sp ersetzt sein können,

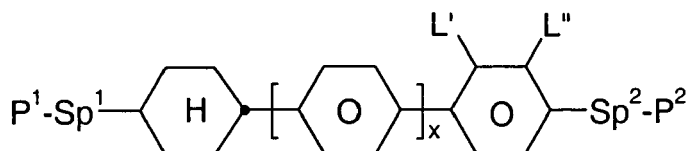
bedeuten, wobei mindestens einer der Reste R^a, R^b und L mindestens eine Gruppe P-Sp- enthält.

7. FK-Medium nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die polymerisierbaren Verbindungen aus folgenden Unterformeln ausgewählt sind:





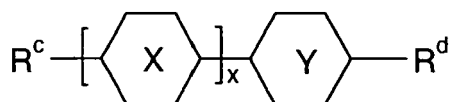
112



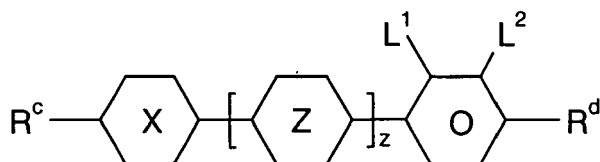
worin

P^1 und P^2 die für P angegebene Bedeutung besitzen,
 Sp^1 und Sp^2 eine der für Sp angegebenen Bedeutungen besitzen oder eine Einfachbindung bedeuten,
 Z^2 und Z^3 jeweils unabhängig voneinander -COO- oder -OCO- bedeuten,
 L die in Anspruch 5 angegebene Bedeutung hat,
 L' und L'' jeweils unabhängig voneinander H, F oder Cl bedeuten,
 r 0, 1, 2, 3 oder 4 bedeutet,
 s 0, 1, 2 oder 3 bedeutet,
 t 0, 1 oder 2 bedeutet,
 x 0 oder 1, und
 R^Y und R^Z jeweils unabhängig voneinander H oder CH_3 bedeuten.

8. FK-Medium nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die niedermolekulare Komponente eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus folgenden Formeln enthält:

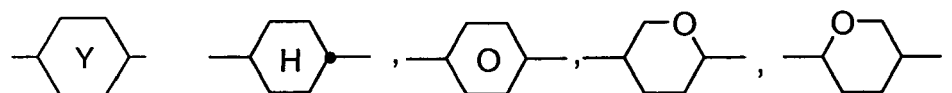
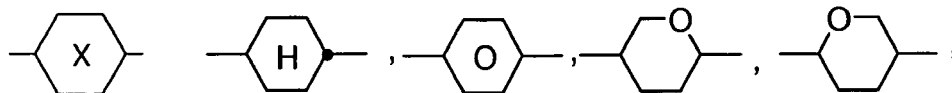


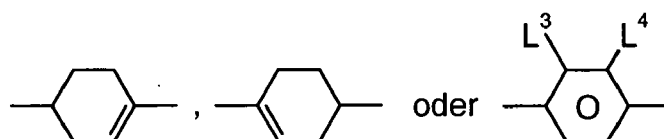
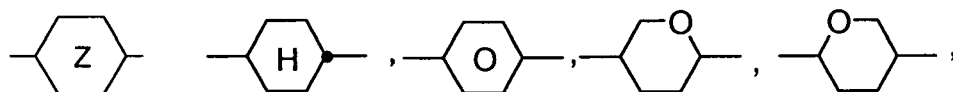
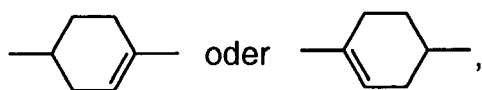
A



B

worin die einzelnen Reste, bei jedem Auftreten gleich oder verschieden, jeweils unabhängig voneinander folgende Bedeutung besitzen:





R^c Alkenyl mit 2 bis 9 C-Atomen, oder, falls mindestens einer der Ringe X, Y und Z Cyclohexenyl bedeutet, auch eine der Bedeutungen von R^d ,

R^d Alkyl mit 1 bis 12 C-Atomen, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch $-O-$, $-CH=CH-$, $-CO-$, $-OCO-$ oder $-COO-$ so ersetzt sein können, dass O-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind,

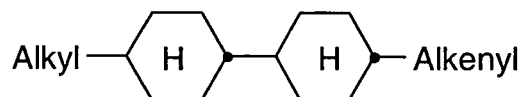
L^{1-4} jeweils unabhängig voneinander H, F, Cl, OCF_3 , CF_3 , CH_3 , CH_2F oder CHF_2H ,

x 1 oder 2,

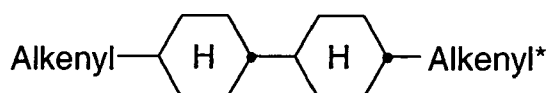
z 0 oder 1.

9. FK-Medium nach nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8,

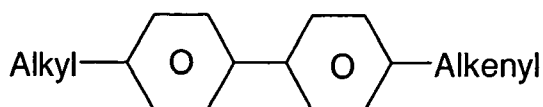
dadurch gekennzeichnet, dass die niedermolekulare Komponente eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus folgenden Formeln enthält:



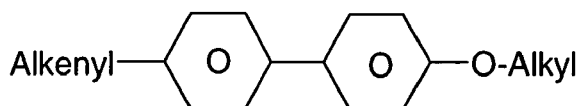
A1



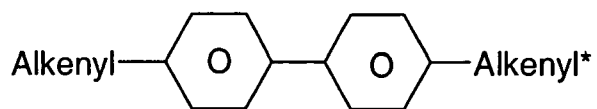
A2



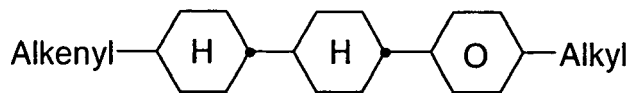
A3



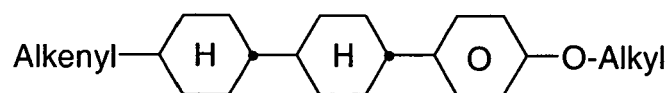
A4



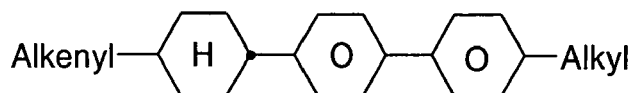
A5



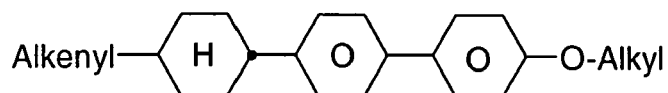
A6



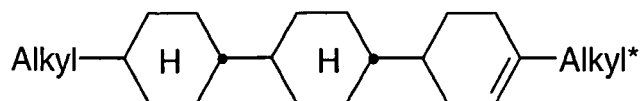
A7



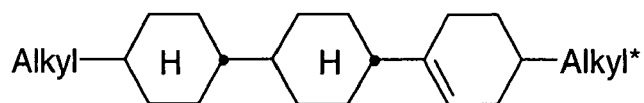
A8



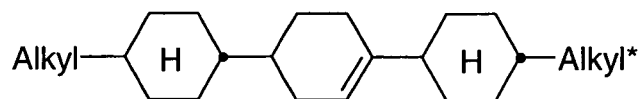
A9



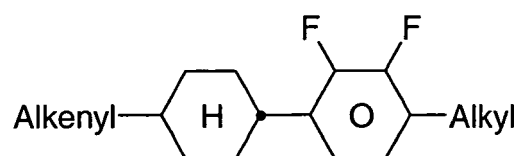
A10



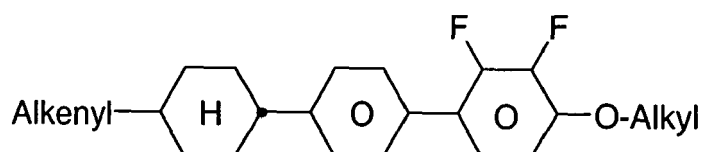
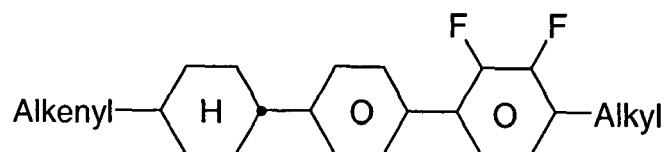
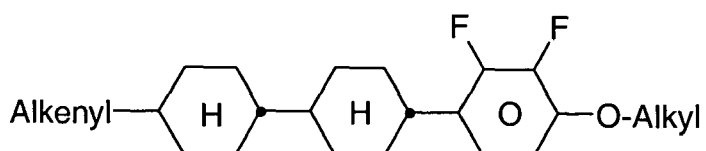
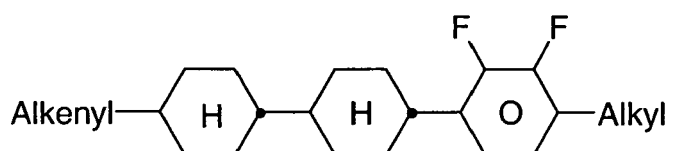
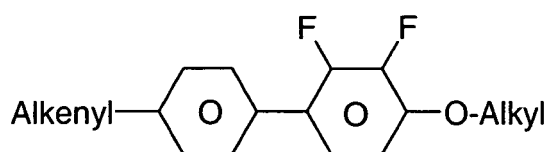
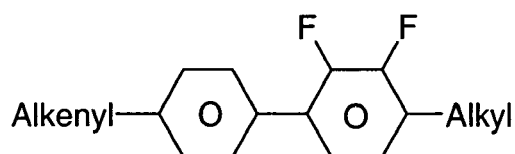
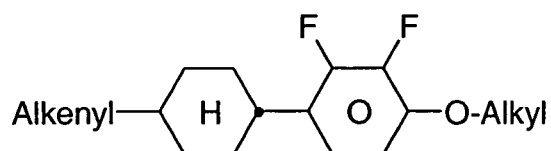
A11

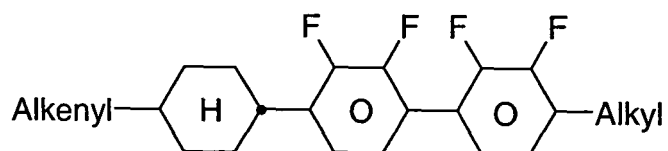


A12

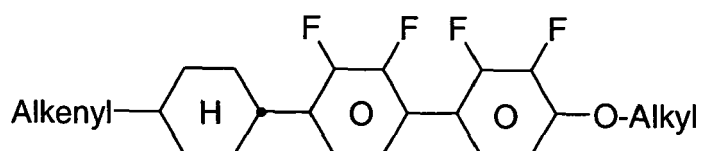


B1

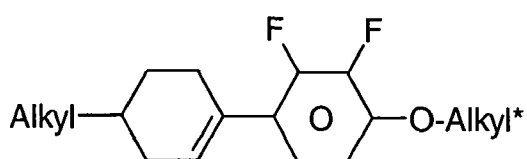




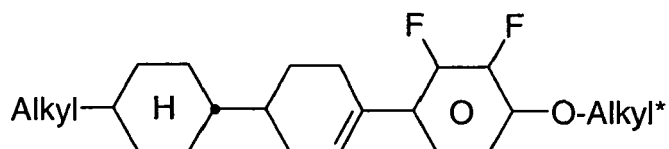
B9



B10



B11

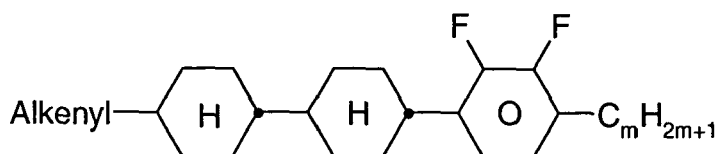


B12

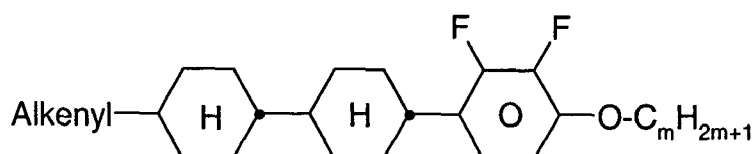
35

worin Alkyl einen geradkettigen Alkylrest mit 1-6 C-Atomen und Alkenyl und Alkenyl* jeweils unabhängig voneinander einen geradkettigen Alkenylrest mit 2-7 C-Atomen bedeuten.

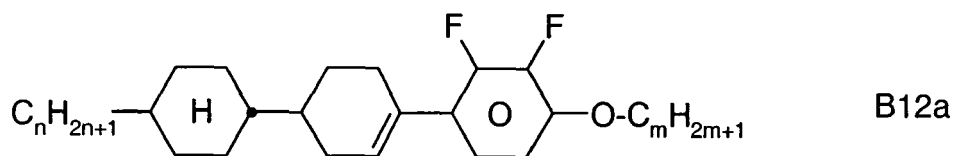
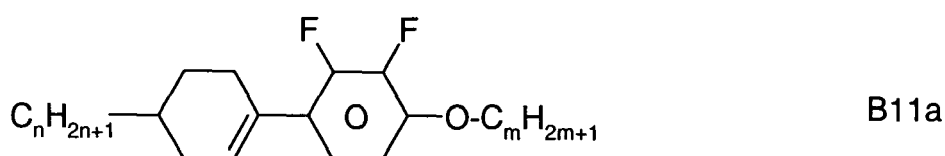
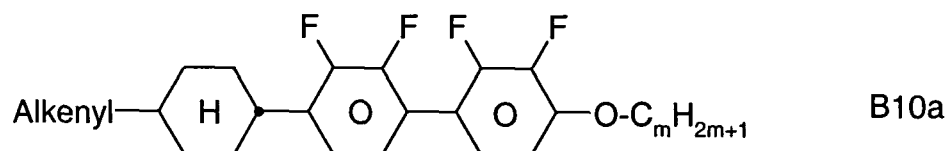
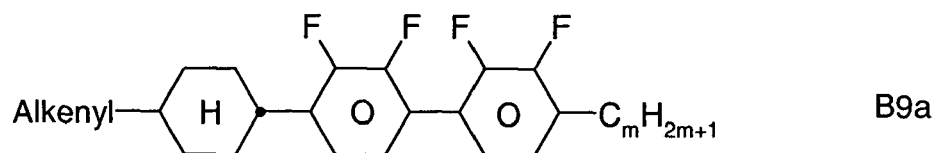
- 40
10. FK-Medium nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die niedermolekulare Komponente eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus folgenden Formeln enthält:



B5a



B6a



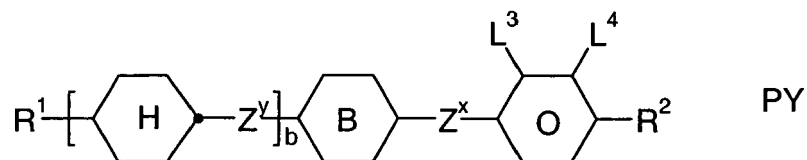
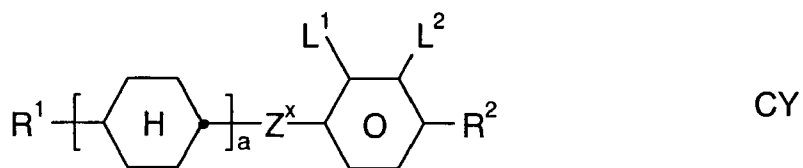
25

30

35

worin m und n jeweils unabhängig voneinander 1, 2, 3, 4, 5 oder 6, i 0, 1, 2 oder 3, R^{b1} H, CH₃ oder C₂H₅ und Alkenyl CH₂=CH-, CH₂=CHCH₂CH₂-, CH₃-CH=CH-, CH₃-CH₂-CH=CH-, CH₃-(CH₂)₂-CH=CH-, CH₃-(CH₂)₃-CH=CH- oder CH₃-CH=CH-(CH₂)₂- bedeutet.

11. FK-Medium nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** es zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus folgenden Formeln enthält:



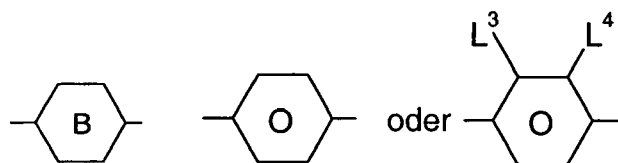
50

55

worin die einzelnen Reste folgende Bedeutung besitzen

a 1 oder 2,

b 0 oder 1,



10 R^1 und R^2 jeweils unabhängig voneinander Alkyl mit 1 bis 12 C-Atomen, wobei auch eine oder zwei nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch -O-, -CH=CH-, -CO-, -OCO- oder -COO- so ersetzt sein können, dass O-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind,

15 Z^x und Z^y jeweils unabhängig voneinander -CH=CH-, -CH₂O-, -OCH₂-, -CF₂O-, -OCF₂-, -O-, -CH₂-, -CH₂CH₂-, oder eine Einfachbindung,

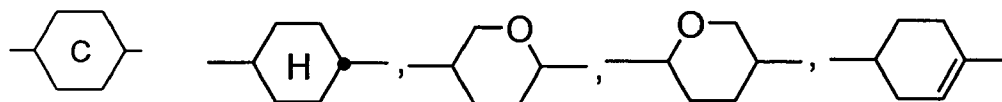
L^{1-4} jeweils unabhängig voneinander F, Cl, OCF₃, CF₃, CH₃, CH₂F, CHF₂.

20 12. FK-Medium nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11,

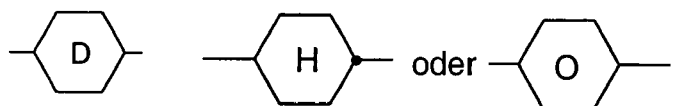
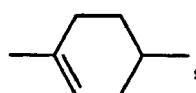
dadurch gekennzeichnet, dass es zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen der folgenden Formel enthält:



30 worin die einzelnen Reste folgende Bedeutung besitzen



oder



50 R^3 und R^4 jeweils unabhängig voneinander Alkyl mit 1 bis 12 C-Atomen, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch -O-, -CH=CH-, -CO-, -OCO- oder -COO- so ersetzt sein können, dass O-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind,

55 Z^y -CH₂CH₂-, -CH=CH-, -CF₂O-, -OCF₂-, -CH₂O-, -OCH₂-, -COO-, -OCO-, -C₂F₄-, -CF=CF- oder eine Einfachbindung.

13. Verwendung eines FK-Mediums nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 in FK-Anzeigen, insbesondere in PSA-VA-, PSA-OCB-, PS-IPS-, PS-FFS- und PS-TN-Anzeigen.

14. FK-Anzeige enthaltend ein FK-Medium nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12.

15. FK-Anzeige nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine PSA-VA-, PSA-OCB-, PS-IPS-, PS-FFS- oder PS-TN-Anzeige ist.

16. FK-Anzeige nach Anspruch 14 oder 15, enthaltend eine FK-Zelle bestehend aus zwei Substraten, wobei mindestens ein Substrat lichtdurchlässig ist und mindestens ein Substrat eine Elektrodschicht aufweist, sowie einer zwischen den Substraten befindlichen Schicht eines FK-Mediums enthaltend eine polymerisierte Komponente und eine niedermolekulare Komponente, wobei die polymerisierte Komponente erhältlich ist durch Polymerisation einer oder mehrerer polymerisierbarer Verbindungen zwischen den Substraten der FK-Zelle im FK-Medium unter Anlegen einer elektrischen Spannung.

17. Verfahren zur Herstellung eines FK-Mediums nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, indem man eine oder mehrere niedermolekulare flüssigkristalline Verbindungen mit einer oder mehreren polymerisierbaren Verbindungen wie in einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 definiert, und gegebenenfalls mit weiteren flüssigkristallinen Verbindungen und/oder Additiven, mischt.



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 08 01 7403

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 626 079 A (MERCK PATENT GMBH [DE]) 15. Februar 2006 (2006-02-15) * Absätze [0020] - [0039] * * Seite 10 * * Absätze [0060] - [0063] * * Absätze [0083] - [0091] * * Absatz [0093] * * Beispiel 1; Verbindungen 1-6, 12-13, 19-20, 24 * * Ansprüche; Verbindung I * -----	1-17	INV. C09K19/42 C09K19/44 C09K19/12 C09K19/32
D,A	JP 10 036847 A (SEIKO EPSON CORP) 10. Februar 1998 (1998-02-10) * Zusammenfassung; Verbindungen III, IV * * Absätze [0012] - [0108] * -----	1-17	
D,A	EP 1 378 557 A (MERCK PATENT GMBH [DE]) 7. Januar 2004 (2004-01-07) * Absätze [0021] - [0027]; Verbindungen * * Ansprüche; Beispiele * -----	1-17	
D,A	US 6 177 972 B1 (HELD GLENN ALLEN [US] ET AL) 23. Januar 2001 (2001-01-23) * Ansprüche; Beispiele * -----	1-17	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C09K
A	GB 2 379 931 A (MERCK PATENT GMBH [DE]) 26. März 2003 (2003-03-26) * Seite 17, Zeile 5 - Seite 18, Zeile 25 * * Ansprüche; Verbindungen * -----	1-17	
A	EP 1 627 905 A (NITTO DENKO CORP [JP]) 22. Februar 2006 (2006-02-22) * Ansprüche; Beispiele; Verbindungen 1, III * -----	1-17	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 18. November 2008	Prüfer Serbetsoglou, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 08 01 7403

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 1 559 745 A (NIPPON KAYAKU KK [JP]; POLATECHNO CO LTD [JP]) 3. August 2005 (2005-08-03) * Ansprüche; Verbindungen *	1-17	
D,A	EP 1 498 468 A (FUJITSU DISPLAY TECH [JP]; MERCK PATENT GMBH [DE] SHARP KK [JP]; MERCK) 19. Januar 2005 (2005-01-19) * Absätze [0011] - [0017] * * Ansprüche; Verbindung 1 *	1-17	
D,A	US 2004/191428 A1 (TSUDA HIDEAKI [JP] ET AL) 30. September 2004 (2004-09-30) * Ansprüche; Verbindung 7 *	1-17	
A	DE 10 2005 027763 A1 (MERCK PATENT GMBH [DE]) 5. Januar 2006 (2006-01-05) * Ansprüche; Beispiele; Verbindungen *	1-17	
A	DE 10 2005 024400 A1 (NEMATEL GMBH & CO KG [DE]) 30. November 2006 (2006-11-30) * Absätze [0020] - [0040] * * Ansprüche *	1-17	
A	DE 102 29 828 A1 (MERCK PATENT GMBH [DE]) 13. Februar 2003 (2003-02-13) * Absätze [0024] - [0026] * * Absätze [0048], [0049] * * Absätze [0061], [0062], [0065] * * Beispiele M1-M8 * * Ansprüche *	1-17	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 18. November 2008	Prüfer Serbetsoglou, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 08 01 7403

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-11-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1626079	A	15-02-2006	KEINE	
JP 10036847	A	10-02-1998	KEINE	
EP 1378557	A	07-01-2004	AT 354623 T	15-03-2007
			CN 1475547 A	18-02-2004
			DE 10329140 A1	15-01-2004
			JP 2004131704 A	30-04-2004
			KR 20040005616 A	16-01-2004
			US 2004011996 A1	22-01-2004
US 6177972	B1	23-01-2001	KEINE	
GB 2379931	A	26-03-2003	KEINE	
EP 1627905	A	22-02-2006	DE 602005002989 T2	07-08-2008
			KR 20060050506 A	19-05-2006
			US 2006040071 A1	23-02-2006
			US 2008003382 A1	03-01-2008
EP 1559745	A	03-08-2005	CN 1732218 A	08-02-2006
			HK 1083106 A1	14-03-2008
			WO 2004041925 A1	21-05-2004
			JP 2004163452 A	10-06-2004
			KR 20050084899 A	29-08-2005
			US 2006060821 A1	23-03-2006
EP 1498468	A	19-01-2005	AU 2003235166 A1	27-10-2003
			CN 1646662 A	27-07-2005
			WO 03087261 A1	23-10-2003
			JP 2003307720 A	31-10-2003
			US 2005116200 A1	02-06-2005
US 2004191428	A1	30-09-2004	JP 2004294605 A	21-10-2004
DE 102005027763	A1	05-01-2006	KEINE	
DE 102005024400	A1	30-11-2006	KEINE	
DE 10229828	A1	13-02-2003	JP 2003119466 A	23-04-2003
			KR 20030011674 A	11-02-2003
			US 2003071244 A1	17-04-2003

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- JP 10036847 A [0009]
- EP 1170626 A2 [0009]
- EP 1378557 A1 [0009]
- EP 1498468 A1 [0009]
- US 20040191428 A1 [0009]
- US 20060066793 A1 [0009] [0107]
- US 20060103804 A1 [0009]
- US 6177972 B [0009]
- US 7060200 B1 [0040]
- US 20060172090 A1 [0040]
- US 5723066 A [0078]
- DE 2209127 A [0103]
- DE 2240864 A [0103]
- DE 2321632 A [0103]
- DE 2338281 A [0103]
- DE 2450088 A [0103]
- DE 2637430 A [0103]
- DE 2853728 A [0103]
- EP 0364538 A [0104]
- DE 2636684 A [0104]
- DE 3321373 A [0104]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **S.H. JUNG et al.** *Jpn. J. Appl. Phys.*, 2004, vol. 43 (3), 1028 [0005]
- **T.-J. CHEN et al.** *Jpn. J. Appl. Phys.*, 2006, vol. 45, 2702-2704 [0009]
- **S. H. KIM ; L.-C. CHIEN.** *Jpn. J. Appl. Phys.*, 2004, vol. 43, 7643-7647 [0009]
- *Appl. Phys. Lett.*, 1999, vol. 75 (21), 3264 [0009]
- *Optics Express*, 2004, vol. 12 (7), 1221 [0009]
- **PURE APPL. CHEM.** *Pure Appl. Chem.*, 2001, vol. 73 (5), 888 [0043]
- **C. TSCHIRSKE ; G. PELZL ; S. DIELE.** *Angew. Chem.*, 2004, vol. 116, 6340-6368 [0043] [0044]
- *Pure Appl. Chem.*, 2001, vol. 73 (5), 888 [0044]
- **HALLER et al.** *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 1973, vol. 24, 249-258 [0103]
- *Merck Liquid Crystals, Physical Properties of Liquid Crystals*, November 1997 [0117]